



Carolina Ferreira Rodrigues Catarino Tavares

Licenciada em Ciências da Engenharia Mecânica

Contributo Metodológico para a Tomada de Decisão no Anteprojeto de Sistemas de Transporte de Cargas Unitárias Pesadas

Dissertação para obtenção do grau de mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Doutor António Gabriel Marques Duarte dos Santos,
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologias da
Universidade NOVA de Lisboa

Júri

Presidente: Doutor António José Freire Mourão, Professor Associado
da Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade
NOVA de Lisboa

Vogais: Doutor João Manuel Vicente Fradinho, Professor Auxiliar
da Faculdade de Ciências e Tecnologias da
Universidade NOVA de Lisboa

Doutor António Gabriel Marques Duarte dos Santos,
Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologias
da Universidade NOVA de Lisboa

Carolina Ferreira Rodrigues Catarino Tavares

Licenciada em Ciências da Engenharia Mecânica

**Contributo Metodológico para a
Tomada de Decisão no Anteprojeto
de Sistemas de Transporte de
Cargas Unitárias Pesadas**

Dissertação para obtenção do grau de mestre em
Engenharia Mecânica

Orientador: Professor António Gabriel dos Santos
Faculdade de Ciências e Tecnologias da
Universidade Nova de Lisboa

Novembro, 2020

Contributo Metodológico para a Tomada de Decisão no Anteprojeto de Sistemas de Transporte de Cargas Unitárias Pesadas

Copyright © Carolina Ferreira Rodrigues Catarino Tavares, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

Não teria sido possível completar esta dissertação sem a ajuda e o apoio de várias pessoas ao longo do tempo que levou à escrita da minha dissertação e durante todo o meu percurso académico.

Em primeiro lugar gostava de agradecer ao meu orientador Professor Doutor António Gabriel dos Santos, pelo apoio prestado durante os meses que levaram à escrita desta dissertação, e por se ter mostrado sempre disponível para ajudar.

Agradeço aos meus avós, Manuela e Luciano, que durante os últimos três anos de curso me receberam para almoçar todos os dias, permitindo assim a partilha de experiências e um apoio diário essencial a todo o meu percurso académico. Agradeço-lhes também pelo exemplo e todo o carinho dado durante toda a minha vida.

Agradeço aos meus pais, Pedro e Amélia e ao meu irmão Pedro, que também sempre me apoiaram e ajudaram durante todo o meu percurso académico, sendo pacientes e incentivando-me a dar sempre o meu melhor, sem eles não teria sido possível completar estes cinco anos de curso.

Não posso deixar de agradecer também à minha madrinha Aline, por todo o apoio dado, e à minha Tia Sofia “Deolinda”, pela animação que me dá todos os dias, e sem a qual eu não me imagino.

Agradeço ao meu namorado André, por ter estado ao meu lado desde o início até ao fim do curso, passando por todas as fases da minha vida académica comigo, apoiando-me sempre. O apoio dele foi fundamental para a escrita desta dissertação e para o meu percurso académico, pois quando a motivação era pouca, era ele quem me incentivava a continuar a trabalhar.

Aos grandes amigos que a FCT me deu, Mourato, Rendas, Chico e Filipe, agradeço a amizade e toda a ajuda e partilha destes últimos anos. Um agradecimento especial à Cláudia por ter sido a minha companheira na escrita desta dissertação e ao longo de todo o percurso académico, e por todas as pausas e incentivos que me deu.

Por último, quero agradecer à Rita e à Margarida, por toda a amizade e carinho dado desde sempre.

RESUMO

Esta dissertação tem como principal objetivo a apresentação de uma metodologia que permita a escolha do sistema de transporte mais indicado para cada situação, onde se pretende fazer o transporte de cargas unitárias pesadas, mais especificamente, paletes e bobinas, metálicas e de papel.

Primeiramente, são apresentadas as vantagens da utilização de sistemas de transporte como forma de mover cargas unitárias pesadas. De seguida, são identificadas as várias cargas pesadas que existem e a razão pela qual ao longo desta dissertação são apenas apresentadas soluções para o transporte de paletes e de bobinas. Numa terceira fase, são apresentados os dois grupos de transportadores mais comuns e que abrangem um maior número de mecanismos, o transportador de rolos e o transportador de correntes. Posteriormente, são apresentados os mecanismos que se adequam ao transporte de paletes e os que se adequam ao transporte de bobinas. Após este levantamento, e estudo dos diversos mecanismos existentes, foi possível perceber que mecanismo se adequava a cada situação. Assim sendo, foram criados vários modelos de decisão, que permitem decidir qual o mecanismo mais adequado para cada situação tendo em conta a carga que este vai ter de transportar e as características da trajetória que a carga tem de percorrer.

Por último, são apresentados vários acessórios que se podem adicionar ao sistema de transporte. A apresentação destes acessórios tem como objetivo completar os sistemas de transporte, sendo que podem não ser cruciais para o seu funcionamento, mas, podem trazer vantagens.

Palavras-chave: Cargas Unitárias Pesadas
Transportadores de Rolos
Transportadores de Correntes
Transporte de Paletes
Transporte de Bobinas

ABSTRACT

The main goal of this dissertation is to present a methodology that allows to choose the most suitable conveying system to all the situations where is necessary to convey heavy loads, more specifically pallets, metallic reels and paper rolls.

Primarily, it will be introduced the advantages of using conveyor systems as a way to move unitary heavy loads. Then, will be identify the various types of heavy loads that exist and the reason why, in this dissertation are only present solutions for pallets, metallic reels and paper rolls. In a third part I will have present two groups of the most common conveyors and that can be found in a large group of mechanisms, the roller conveyors and the chain conveyors. Posteriorly, the mechanisms that allow the convey of pallets, metallic reels and paper rolls are presented. After this survey, and study of the various existing mechanisms, it will be possible to see which mechanism will be appropriate for each situation. Therefore, several decision models have been created, which allows the designer to decide which mechanism is most appropriate for each situation, taking into account the load it will have to carry and the characteristics of the path the load has to travel.

Finally, there are several accessories that can be added to the transport system, the presentation of these accessories aims to complete the conveying systems, and they may not be crucial for their operation, but they can bring advantages.

Key words: Heavy Unit Loads
Roller Conveyor
Chain Conveyor
Conveying Pallets
Conveying Reels

ÍNDICE DE MATÉRIAS

Agradecimentos.....	v
Resumo	vii
Abstract.....	ix
Índice de Matérias.....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas	xix
1.Introdução.....	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objetivos	2
2. Cargas Unitárias Pesadas	5
2.1 Contentores	6
2.2 Geometrias Irregulares	7
2.3 Movimentação de Cargas em Linhas de Produção ou de Montagem.....	8
2.4. Paletes.....	9
2.5. Bobinas.....	10
2.5.1. Bobinas de Papel	10
2.5.2. Bobinas de Metal	11
3. Modelos de Trajetória.....	13
3.1 Primeiro Modelo de Trajetória.....	13
3.2 Segundo Modelo de Trajetória.....	13
3.3 Terceiro Modelo de Trajetória	15
4. Transportadores.....	17
4.1 Transportadores de Correntes Paralelas.....	17
4.2 Transportadores de Rolos	21
5. Mecanismos Utilizados Para o Transporte de Paletes.....	25
5.1 Transportadores de correntes	25
5.1.1 Transportadores de Correntes com Suporte	25
5.1.2 Transportador de Correntes Modulares.....	26

5.1.3 Transportadores de Correntes com Vários Ramais.....	27
5.2 Mesas Rotativas	28
5.3 Mecanismo Que Realizam Movimento de Translação.....	31
5.3.1 Elevadores de Tesoura Hidráulicos	31
5.3.2 Empilhadores.....	32
5.3.3 Monta-cargas.....	34
5.4 <i>Guided Vehicles</i>	36
5.4.1 <i>Rail Guided Vehicles</i>	36
5.4.2 <i>Automated Guided Vehicles AGV</i>	38
5.5 Transportadores de Rolos	41
5.6 Unidades de Transferência Ortogonais.....	43
6. Transporte de Paletes.....	47
6.1 Transporte de Paletes – Modelo de Trajetória 1	49
6.1.1 Trajetórias onde existe acumulação de cargas.....	51
6.1.2 Trajetória em linha reta.....	54
6.1.3 Sistemas de Transporte Com Mudança de Direção	56
6.1.4 Sistema de Transporte com Base nas Diferentes Geometrias	59
6.2 Transporte de Paletes – Modelo de Trajetória 2	62
6.2.1 Situações de Convergência	63
6.2.2 Situação de Divergência.....	69
6.2.3 Situações de Divergência e Convergência de Cargas	73
6.3 Transporte de Paletes – Terceiro Modelo de Trajetória	92
7. Mecanismos Para o Transporte de Bobinas	95
7.1 Mecanismos que Permitem o Transporte de Bobinas Ao Nível do Solo.....	95
7.1.1 Transportadores de Bobinas Ao Nível do Solo	98
7.1.2 Empurradores	102
7.1.3 Amortecedores.....	104
7.1.4 Utilização de AGVs, Empilhadores e Carros de Transferência para o Transporte de Bobinas.....	106
7.2 Transporte de Bobinas Utilizando Pontes Rolantes	110
8. Transporte de Bobinas	123
9. Acessórios Para Sistemas de Transporte	141

9.1 Sensores de Movimento e de Presença.....	141
9.2 Balanças.....	143
9.3 Mecanismos que Permitem a Preparação das Paletes para o Transporte.....	145
10.Conclusões e Trabalhos Futuros	149
10.1 Conclusões.....	149
10.2 Trabalhos Futuros.....	151
Referências Bibliográficas	153
Anexo A – Interroll Turntable PM9735	159
Anexo B – Interroll Turntable PM9737	161
Anexo C – Pedestrian Stacker Truck	163
Anexo D – Hand Pallet Truck.....	165
Anexo E - Pedestrian Lowlifter Truck	167
Anexo F – Order Picking Truck.....	169
Anexo G – Formulário de compra de um monta-cargas.....	171
Anexo H – RGV Roller conveyor.....	175
Anexo I – MonoFlex RGV	177
Anexo J – AGV MAX AGV FX10	179
Anexo K – AGV MAX AGV CX100.....	181
Anexo L – Fixed stopper – Roller conveyor	183
Anexo M – Pneumatic stopper – Roller conveyor	185
Anexo N – Fixed stopper – Chain conveyor	187
Anexo O – MoveRoll Horizontal conveyor.....	189
Anexo P – MoveRoll Kicker	193
Anexo Q – MoveRoll Braking Pad	195
Anexo R - C- Hooks	197

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Exemplo de uma carga unitária pesada constituída por várias cargas ligeiras [2]	5
Figura 2.2 - Contentor Palete [3]	7
Figura 2.3 - Transporte de cargas com geometrias irregulares [4]	7
Figura 2.4 - Transporte de um toro de madeira [5]	8
Figura 2.5 - Identificação das paletes da EPAL [7]	9
Figura 2.6 - Bobina de papel [9]	11
Figura 2.7 - Bobina de aço [12]	12
 Figura 3.1 - Primeiro modelo de trajetória	13
Figura 3.2 - Segundo modelo de trajetória	14
Figura 3.3 - Terceiro modelo de trajetória	15
 Figura 4.1 - Elo de corrente - pinos ocos e pinos sólidos [13]	18
Figura 4.2 - Extensões acopláveis aos elos de uma corrente [13]	19
Figura 4.3 - Componentes de um elo de uma corrente de transmissão [14]	19
Figura 4.4 - Transportador de correntes [15]	20
Figura 4.5 - Elementos de um rolo adaptado de [16]	21
Figura 4.6 - Elementos de transmissão de rolo adaptado de [16]	22
Figura 4.7 - Elementos de transmissão de rolos [17]	22
Figura 4.8 - Forma como as paletes devem ser introduzidas em transportadores de rolos adaptado de [7]	23
Figura 4.9 – Lineshaft [20]	24
 Figura 5.1 - Transportador de correntes com suporte [21]	25
Figura 5.2 - Transportador de correntes modulares [22]	26
Figura 5.3 - Transportador de correntes com vários ramais [23]	27
Figura 5.4 - Mesas rotativas a) Mesa rotativa com transportadores de rolos b) Mesa rotativa com transportadores de correntes [19]	29
Figura 5.5 - Mesa rotativa [24]	29
Figura 5.6 - Mesa rotativa de rolos [24]	30
Figura 5.7 - Elevador em tesoura hidráulico [24]	31
Figura 5.8 - Empilhador [26]	32
Figura 5.9 - Porta-paletes a) Manual b) Elétrico [26]	33
Figura 5.10 - Empilhador com base em tesoura [26]	34
Figura 5.11 - Estrutura de um monta-cargas [27]	35

Figura 5.12 - Monta-cargas incorporado num sistema de transporte [28].....	36
Figura 5.13 - RGV de rolos [31].....	37
Figura 5.14 - RGV de correntes paralelas [28].....	38
Figura 5.15 - AGV com garfos para paletes [34].....	40
Figura 5.16 - AGV para cargas muito pesadas [34].....	40
Figura 5.17 - Rolo transportador cônico [35].....	41
Figura 5.18 - Módulo de conjunto de rolos cônicos.....	42
Figura 5.19 - Unidade de transferência ortogonal - transportador de rolos e correias transportadoras [36]	43
Figura 5.20 - Unidade de transferência ortogonal - transportador de rolos e transportador de correntes [36].....	44
Figura 5.21 - Unidade de transferência ortogonal - transportador de correntes e transportador de rolos [37]	44
Figura 6.1 - Modelo de decisão inicial.....	50
Figura 6.2 - Direção da paleta em diferentes transportadores a) Transportador de correntes [38] b) Transportador de rolos [39].....	51
Figura 6.3 - Acumulação e não acumulação de cargas	52
Figura 6.4 - Modelo de decisão 1 - Existência de acumulação.....	53
Figura 6.5 - Modelo de decisão 2 - A carga percorre uma linha reta.....	55
Figura 6.6 - Modelo de decisão 3 - Existe mudança de direção da carga	58
Figura 6.7 - Modelo de decisão 4 - Transporte de diferentes geometrias	61
Figura 6.8 - Modelo de decisão 5 - Segundo modelo de trajetória	63
Figura 6.9 - Convergência de cargas a) Convergência de cargas de forma faseada b) Convergência de cargas simultaneamente	64
Figura 6.10 - Cargas intercaladas a entrar no sistema de transporte	65
Figura 6.11 - Travão fixo para transportadores de rolos [31].....	67
Figura 6.12 - Travão pneumático para transportadores de rolos [31]	67
Figura 6.13 - Travão fixo para transportador de correntes [31].....	68
Figura 6.14 - Modelo de decisão 7 - Convergência de cargas.....	69
Figura 6.15 - Divergência de cargas a) Divergência de cargas faseada b) Divergência de cargas simultânea.....	70
Figura 6.16 - Direções que a carga pode seguir após a pesagem.....	72
Figura 6.17 - Parâmetros para a divergência com base na geometria adaptado de [42].....	73
Figura 6.18 - Modelo de Decisão 8 - Situação típica da divergência.....	75
Figura 6.19 - Modelo de decisão 9 - Escolha da situação de interseção	77
Figura 6.20 - Primeira situação de interseção a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas	78
Figura 6.21 - Modelo de decisão 10 - Primeira situação de interseção.....	80

Figura 6.22 - Segunda situação de interseção.....	81
Figura 6.23 - Modelo de decisão 11 - Segunda situação de interseção.....	83
Figura 6.24 - Terceira situação de interseção a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas	84
Figura 6.25 - Modelo de decisão - Terceira situação de interseção.....	86
Figura 6.26 - Quarta situação de interseção a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas	87
Figura 6.27 - Quarta situação de interseção utilizando um RGV [28].....	88
Figura 6.28 - Modelo de decisão - Quarta situação de interseção	89
Figura 6.29 - Quinta situação de interseção a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas	90
Figura 6.30 - Sexta situação de interseção a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas	91
Figura 6.31 - Modelo de decisão 14 - Sexta situação de interseção.....	92
Figura 6.32 - Modelo de decisão 6 - Terceiro modelo de trajetória.....	94
Figura 7.1 - Transportador de bobinas de papel manual [44].....	98
Figura 7.2 - Transportador de bobinas de papel [45].....	99
Figura 7.3 - Transportador horizontal MoveRoll [46]	99
Figura 7.4 - Correntes de barras em V [47].....	100
Figura 7.5 - Transporte de bobinas na vertical utilizando correntes planas modulares [48]	101
Figura 7.6 - Mesa rotativa manual sobre carris [44]	101
Figura 7.7 - Mesa rotativa MoveRoll [46].....	102
Figura 7.8 - Posições de funcionamento do empurrador adaptado de [46]	103
Figura 7.9 - Empurrador [50]	103
Figura 7.10 - Empurrador móvel [48].....	104
Figura 7.11 - Amortecedor	105
Figura 7.12 - Almofadas insufláveis [46].....	105
Figura 7.13 - Almofadas para diminuir a velocidade das bobinas [46].....	106
Figura 7.14 - Garras acopladas a um empilhador para transportar bobinas [43]	107
Figura 7.15 - Desenho de garras que permitem fazer a rotação das bobinas [52]	107
Figura 7.16 - Acessório que permite o transporte de bobinas	108
Figura 7.17 - Carro de transporte [53]	109
Figura 7.18 - Carro de transporte sem fonte de energia [54].....	109
Figura 7.19 - Carro de transferência adaptado para o transporte de bobinas [55]	110
Figura 7.20 - Ponte rolante simples [59].....	111
Figura 7.21 - Ponte rolante dupla [59]	112
Figura 7.22 - Ponte rolante	113
Figura 7.23 - Pórtico portátil [57].....	114

Figura 7.24 - Grua de bandeira [57].....	114
Figura 7.25 - Pontes rolantes de posto de trabalho [57].....	115
Figura 7.26 - Monocarril [57].....	115
Figura 7.27 - Gancho em forma de C [53]	116
Figura 7.28 - Gancho em forma de C que permite rotação [53]	117
Figura 7.29 - Gancho em forma de C para bobinas de papel [53]	117
Figura 7.30 - Esquema de grampos para o transporte de bobinas [53]	118
Figura 7.31 - Grampos a transportar uma bobina metálica [53]	119
Figura 7.32 - Elevador de vácuo [61].....	120
Figura 7.33 - Cinta para o transporte de bobinas metálicas [62]	121
Figura 8.1 - Modelo de decisão inicial para o transporte de bobinas.....	125
Figura 8.2 - Modelo de decisão 2 - Transporte de bobinas ao nível do solo	127
Figura 8.3 - Modelo de decisão 5 - Empurradores e amortecedores.....	129
Figura 8.4 - Modelo de decisão 6 – Transportador a utilizar.....	131
Figura 8.5 - Modelo de decisão 7 – Transporte ao nível do solo.....	133
Figura 8.6 - Modelo de decisão 8 – Situação de mudança de direção	135
Figura 8.7 - Modelo de decisão 1 - Escolha da grua.....	137
Figura 8.8 - Modelo de decisão 3 - Escolha entre ponte rolante simples ou dupla.....	138
Figura 8.9 - Modelo de decisão 4 - Escolha entre uma configuração apoiada e suspensa	139
Figura 9.1 - Balança portátil para paletes [63].....	144
Figura 9.2 - Balança para cargas pesadas [63].....	144
Figura 9.3 - Aplicação práticas das balanças de gancho [63].....	145
Figura 9.4 - Balança de gancho [63].....	145
Figura 9.5 - Sistema de preparação de paletes para o transporte [64].....	146
Figura 9.6 - Dispensador de paletes e paletizador [65]	148
Figura 9.7 - Dispensador de paletes e paletizador para sacos [65]	148

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características das Euro Paletes [7].....	10
Tabela 5.1 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de correntes com suporte.....	26
Tabela 5.2 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de correntes modulares.....	27
Tabela 5.3 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de correntes com vários ramais	28
Tabela 5.4 - Vantagens e desvantagens das mesas rotativas	31
Tabela 5.5 - Vantagens e desvantagens da utilização de AGVs [33].....	41
Tabela 5.6 - Vantagens e desvantagens de transportadores de rolos cónicos.....	42
Tabela 5.7 - Vantagens e desvantagens das unidades de transferência ortogonal	45
Tabela 6.1 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de rolos e de correntes no transporte de paletes.....	48
Tabela 7.1 - Vantagens e desvantagens de transportadores de bobinas e de empurradores e emortecedores.....	97

1. INTRODUÇÃO

O transporte de cargas pesadas é um assunto muito importante na indústria devido à quantidade de unidades fabris e armazéns que têm a necessidade de fazer estes transportes de forma automática e sistematizada. O projeto de sistemas de transporte de cargas pesadas também não é simples, uma vez que existem inúmeras soluções disponíveis, mas é difícil escolher qual a mais adequada para cada situação.

Um sistema de transporte de cargas unitárias pesadas, é um sistema constituído por várias partes que permitem o transporte de forma automática, de cargas num armazém ou numa fábrica. Ao longo da dissertação, serão abordados os sistemas de transporte que estão relacionados com a intralogística, ou seja, que permitem o transporte de bens ou cargas dentro da fábrica e/ou armazém, de um ponto para o outro [1].

Nas indústrias em que estes sistemas não estão implementados é comum que as cargas pesadas sejam transportadas utilizando empilhadores ou até mesmo a força humana, o que resulta, num elevado risco para a integridade física, num dano nas cargas que estão a ser transportadas, e na falta de eficiência e não aproveitamento da total capacidade da unidade fabril em questão.

Assim sendo, o transporte de cargas unitárias pesadas é de extrema importância para a indústria, uma vez que a automatização deste processo traz inúmeras vantagens, nomeadamente:

- Aumento da produtividade, uma vez que o tempo consumido a transportar bens no interior da fábrica é reduzido significativamente;
- Diminuição dos custos, ao existir um aumento da produtividade, e havendo um sistema de transporte de cargas automatizado, este vai permitir que a empresa poupe na contratação de pessoas certificadas para conduzir empilhadores, nos gastos associados aos empilhadores e nos gastos associados aos danos nas cargas;
- Maior segurança, uma vez que o processo é automatizado e existe menos ação humana envolvida neste processo, a probabilidade de acidente é diminuída;
- Versatilidade, os sistemas de transporte de cargas podem ser versáteis e adaptarem-se às várias necessidades da indústria ao longo do tempo.

Apesar das vantagens que um sistema de transporte apresenta, devido à dificuldade em escolhê-lo, à dificuldade de implementação e aos custos associados, muitas vezes não são utilizados.

1.1 MOTIVAÇÃO

Apesar das inúmeras vantagens que a implementação dos sistemas de transporte podem trazer a uma empresa, um projeto destes não é simples. Quando há necessidade de fazer este tipo de projetos para uma fábrica, os projetistas deparam-se com algumas dificuldades, uma vez que não existe informação científica sobre como proceder durante o projeto, nem sobre as tomadas de decisão relativas às soluções a adotar. Atualmente, o que existe são empresas especializadas neste tipo de serviço, mas que não disponibilizam a informação necessária para se fazer um projeto, sendo que, quando se contacta uma destas empresas, são elas que fazem o projeto, que produzem os equipamentos, que fazem a montagem, a instalação, assim como, a manutenção dos sistemas de transporte.

Perante esta realidade, tornou-se imperativo sistematizar o projeto de sistemas de transporte de cargas unitárias pesadas, de forma a que fique acessível a todos. Assim, a principal motivação que leva à escrita desta dissertação é facilitar o acesso e organizar a informação de forma a que qualquer empresa possa tomar decisões de forma simples relativamente ao projeto de sistemas de transporte de cargas unitárias pesadas.

1.2 OBJETIVOS

Para esta dissertação foi definido um objetivo principal, que é a organização da informação existente acerca do projeto de sistemas de transporte de cargas unitárias pesadas, ou seja, apresentar um conjunto de opções e diretrizes a seguir pelos projetistas que queiram projetar um sistema de transporte de cargas unitárias pesadas, permitindo assim que essa tarefa se torne mais sistemática e simples para os mesmos.

De forma a atingir o propósito proposto foram definidos objetivos mais pequenos:

- Dar a conhecer o tipo de transportadores mais comuns no que toca ao transporte de cargas unitárias pesadas;
- Dar a conhecer os vários tipos de cargas pesadas que existem;
- Dar a conhecer os mecanismos que permitem o transporte de paletes;
- Realizar de modelos de decisão que permitem escolher o mecanismo adequado a cada situação no que toca ao transporte de paletes;
- Dar a conhecer os mecanismos que permitem o transporte de bobinas;
- Realizar de modelos de decisão que permitem escolher o mecanismo adequado a cada situação no que toca ao transporte de bobinas;
- Dar a conhecer vários acessórios que podem ser adicionados ao sistema de transporte, de forma a torná-lo mais versátil.

Através dos objetivos secundários que foram criados, é possível atingir o principal propósito desta dissertação que é a organização da informação já existente e a criação de modelos de decisão, facilitando assim o projeto de sistemas de transporte de cargas unitárias pesadas.

2. CARGAS UNITÁRIAS PESADAS

Os sistemas de transporte que serão estudados, são os que permitem o transporte mecanizado de cargas unitárias pesadas, ou seja, objetos a movimentar com peso superior a 500 kg dentro de uma unidade fabril, levando-as de um ponto ao outro. Serão consideradas como cargas unitárias pesadas, objetos a movimentar que pesem mais de 500 kg ou um conjunto de cargas que quando agregadas se comportem como um só e tenham um peso total igual ou superior a 500 kg. Na Figura 2.1 é possível ver um exemplo deste tipo de cargas.



Figura 2.1 - Exemplo de uma carga unitária pesada constituída por várias cargas ligeiras [2]

Perante esta definição de sistema de transporte e de carga unitária pesada, podemos concluir que existe um grande leque de variedades de sistemas de transporte, pois podemos ter cargas com formas distintas que vão necessitar de sistemas de transporte distintos. Assim, o sistema de transporte vai depender da carga, do trajeto que a carga tem de percorrer e de outros requisitos que possam ser relevantes para o transporte das cargas que estiverem a ser analisadas.

Tendo em conta esta grande variedade de opções, torna-se necessário dividir e depois agrupar estas variantes em diversos grupos, por forma a ser mais fácil sistematizar o projeto dos sistemas em causa.

Para fazer esta análise é necessário dividir os sistemas de transporte consoante as cargas e as trajetórias que as cargas vão efetuar. Assim sendo, tendo em consideração a geometria dos objetos a transportar, consideram-se dois grandes grupos de cargas: paletes e bobinas, sendo que as paletes por si só não são uma carga unitária pesada, mas quando carregadas com outras cargas, comportam-se

como cargas unitárias pesadas. Em termos de trajetórias consideram-se três modelos de trajetórias que estas cargas podiam seguir. Estes modelos são abordados no capítulo 3.

Para além dos dois grandes grupos de cargas apresentadas, existem mais cargas pesadas para as quais existe a necessidade de utilizar sistemas de transporte, por exemplo cargas que não podem ser transportadas por paletes.

Assim sendo, existe a necessidade de conhecer essas cargas e perceber em que casos é que o transporte desses objetos pode ser feito utilizando os mesmos princípios que vão ser aplicados às bobinas e às paletes. Apesar das geometrias das cargas serem diferentes, os problemas com os quais os projetistas se deparam poderão ser semelhantes, e com alguma facilidade as soluções encontradas para uma geometria podem ser aplicadas a outras diferentes.

2.1 CONTENTORES

Os contentores podem ser divididos em dois grandes grupos: os contentores marítimos e os contentores paleta. Os contentores marítimos por si só podem ser considerados cargas unitárias pesadas devido ao seu peso.

Os primeiros servem para armazenar e transportar cargas entre locais geograficamente distantes. A dissertação irá centrar-se na parte intralogística do transporte, logo não vai ser feito o estudo do transporte desse tipo de contentores, até porque, não existem muitas variantes nos sistemas de transporte de contentores marítimos, os quais são movimentados com o auxílio de gruas ou de pórticos. O transporte de longa distância por via terrestre, é feito por camiões ou por comboios, e por via marítima é feito por barco. Deste modo, este tipo de cargas e os seus sistemas de transporte não vão ser abordados na dissertação.

Os contentores paleta, têm este nome pelo facto da sua base ter uma geometria semelhante à das paletes, o que torna a forma como estes são transportados muito semelhante à forma como as paletes são transportadas. Os sistemas de transporte utilizados para estas cargas não vão ser abordados, uma vez que com alguma facilidade se torna possível passar de um projeto de um sistema de transporte de paletes para um projeto de um sistema de transporte de contentores paleta. Por esta razão, este grupo não vai ser tratado de forma individual. A diferença entre os contentores paletes, e as paletes reside no facto de o primeiro não necessitar que as cargas sejam presas, pois, as paredes do contentor impedem que as cargas se movam do seu lugar. Na Figura 2.2, está ilustrado um exemplo de um contentor paleta, sendo que estes contentores podem ter diferentes dimensões, tanto a nível da geometria da base, como da altura das laterais do contentor.



Figura 2.2 - Contentor Palete [3]

2.2 GEOMETRIAS IRREGULARES

Existem cargas com geometrias muito complexas, e como tal é necessário um sistema de transporte que se adeque às necessidades específicas deste tipo de cargas, tal como ferramentas de transporte específicas. Muitas vezes estas cargas são transportadas por pontes rolantes que são instaladas nas unidades fabris e/ou armazéns, sendo que a maior especificidade deste transporte está centrada na ferramenta que vai efetivamente segurar e movimentar a carga. Assim sendo, estes sistemas de transporte podem ter uma aproximação ao transporte de bobinas, quando este é feito através de pontes rolantes e/ou pórticos.

O transporte deste grupo de cargas, com geometrias irregulares, não vai ser abordado nesta dissertação, devido às especificidade das ferramentas que são utilizadas para transportar a carga, sendo que, na maioria dos casos, estas ferramentas são projetadas e produzidas especificamente para um determinado caso, pelo que, não é possível sistematizar o projeto do sistema de transporte necessário para movimentar as cargas de geometrias irregulares, sendo necessário uma análise cuidada em cada caso. São exemplos deste tipo de geometrias, por exemplo, o chassi de um automóvel, que necessita de uma ferramenta específica para fazer este transporte, como está representado na Figura 2.3.



Figura 2.3 - Transporte de cargas com geometrias irregulares [4]

2.3 MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS EM LINHAS DE PRODUÇÃO OU DE MONTAGEM

Dentro deste grupo, encontram-se as cargas que estão na sua linha de produção ou de montagem, e que apesar da sua geometria não ser irregular, estas não podem ser transportadas por paletes, sendo necessário que o sistema de transporte se adapte às necessidades da produção e/ou da montagem.

Nestes casos, não é possível sistematizar o sistema de transporte, pois para além das cargas inseridas neste grupo poderem ter geometrias muito diferentes, os processos aos quais essas cargas vão ser submetidas também podem ter muitas variantes, sendo necessário analisar cada caso individualmente, de forma a responder às necessidades.

Dentro deste grupo, encontram-se por exemplo linhas de montagem de automóveis ou motos, ou linhas de produção de móveis ou madeira ou muitos outros produtos que sejam produzidos em grandes quantidades. Neste segundo caso, apesar da carga final poder não ser aquilo que foi definido como carga unitária pesada, a matéria prima, que dá origem ao produto final é uma carga unitária pesada, pelo que precisa também de um sistema de transporte que corresponda a essa necessidade. Na Figura 2.4, está um exemplo de uma das cargas que se insere neste grupo.



Figura 2.4 - Transporte de um toro de madeira [5]

Apesar da especificidade destes sistemas de transporte, existem parecenças com o transporte de bobinas e o transporte de paletes, sendo que algumas das soluções utilizadas para as duas cargas que vão ser tratadas nesta dissertação podem ser aplicadas a estes casos.

2.4. PALETES

As paletes são o método mais comum de transporte de cargas unitárias pesadas. As paletes podem ser constituídas por vários materiais diferentes, sendo estes a madeira, o metal e o plástico. O material mais utilizado nas paletes é a madeira.

No transporte de paletes considerou-se que existem dois tipos de paletes: as Europaletes, que são as mais usadas na Europa, e as paletes com dimensões não normalizadas.

Dentro das Europaletes, a EPAL, *European Pallet Association*, considera 3 tipos de paletes: a Europelete ou EPAL1, a EPAL2 e a EPAL3. A EPAL1 é a paleta mais utilizada no mundo. A EPAL2 é a mais aconselhada para o transporte de cargas pesadas, noutros termos, a sua base permite uma maior facilidade de transporte por rolos ou correntes, para além de ter uma capacidade de carga máxima superior à da EPAL1. A EPAL3 é utilizada, principalmente, para o transporte de cargas internacionais/intercontinentais por cumprir as normas asiáticas [6]. Todas estas paletes estão identificadas com os símbolos presentes na Figura 2.5.

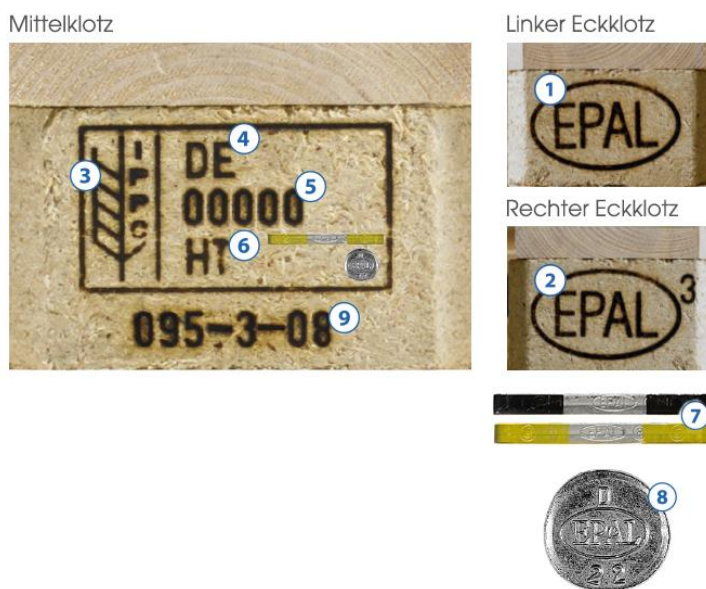


Figura 2.5 - Identificação das paletes da EPAL [7]

Significado dos números da Figura 2.5 [6]:

1 e 2- Marca da EPAL (*European Pallet Association*)

3- Marca IPPC, *International Plant Protection Convention* (certificado de fitossanitário oficial com base na norma ISPM15)

- 4- Código do país
- 5- Número de registo dado pela autoridade responsável pela fitossanidade
- 6- Método de tratamento (tratamento térmico)
- 7- Grampo de controlo EPAL
- 8- Agrafio de reparação (apenas se utiliza quando são paletes que foram reparadas)
- 9- Número da licença – Ano -Mês

Todas as paletes da EPAL têm características diferentes, que estão apresentadas na Tabela 2.1.:

Tabela 2.1 - Características das Euro Paletes [7]

	<i>Comprimento</i> [mm]	<i>Largura</i> [mm]	<i>Altura</i> [mm]	<i>Peso</i> [kg]	<i>Carga</i> <i>Nominal</i> [kg]	<i>Carga Adicional</i> <i>Máxima</i> [kg]
EPAL 1	800	1200	144	25	1500	4000
EPAL 2	1200	1000	162	35	1250	4250
EPAL 3	1000	1200	144	30	1500	4500

Apesar da maioria das unidades fabris e armazéns utilizarem EuroPaletes, é necessário que haja um estudo que abranja várias gamas de paletes, de forma a que no caso de necessidade seja possível encontrar uma solução para o transporte de várias cargas diferentes.

2.5. BOBINAS

As bobinas foram divididas em dois grupos, de acordo com o material de que são constituídas. Houve a necessidade de fazer esta separação, já que os diferentes materiais influenciam o seu peso, e a forma como podem ser transportadas de modo a não haver dano na carga.

2.5.1. Bobinas de Papel

Uma das maiores preocupações no transporte de bobinas de papel é o facto de estas se danificarem com relativa facilidade.

A utilização de sistemas de transporte para bobinas de papel tem muitas vantagens, tais como: a redução da perda de material, que é muito comum devido a danos que estas podem sofrer durante o processo de transporte; a diminuição do tempo perdido e do número de funcionários requeridos para o processo, o que leva a um consequente aumento da produtividade, e a preservação da

integridade física, havendo menor mão-de-obra envolvida no processo, existe uma menor probabilidade de acidente [8].

Existe uma grande dificuldade na sistematização do projeto de sistemas de transporte de bobinas de papel em parte devido ao facto de as dimensões das bobinas de papel não estarem normalizadas.

Na Figura 2.6, está representada uma bobina de papel. Como é possível ver na figura, estas bobinas são frequentemente envolvidas num papel selante, com o objetivo de evitar alguns danos.



Figura 2.6 - Bobina de papel [9]

2.5.2. Bobinas de Metal

As bobinas de metal assumem vários tipos de metais diferentes, sendo que o metal mais comum é o aço. Estas bobinas podem ser constituídas por vários tipos diferentes de aço, conferindo-lhes assim propriedades diferentes. Tal como acontecia com as bobinas de papel, estas também não estão normalizadas, sendo assim mais complexa a sistematização escolha do sistema de transporte mais apropriado ao transporte destas cargas.

As bobinas são constituídas por uma folha de aço que é posteriormente enrolada em volta de um núcleo, utilizando uma máquina apropriada para o efeito. Por norma o aço ou qualquer outro metal, apenas se encontra na forma de bobina para o transporte do mesmo, sendo que posteriormente a bobina vai acabar sempre por ser desenrolada.

As aplicações dos metais de que são constituídas as bobinas são muito diversas, e as diferentes aplicações que o metal vai ter, vão requerer diferentes tratamentos da bobina. [10] O que é certo para a maioria, é que no que toca ao transporte de intralogística, é necessário ter especial atenção aos danos mecânicos que podem ser causados, pois são os mais comuns. [11]

Na Figura 2.7, está um exemplo de uma bobina de aço. Estas bobinas não têm nenhuma proteção à sua volta, ao contrário do que acontecia com as bobinas de papel. Isto implica um cuidado redobrado no manuseamento das mesmas.



Figura 2.7 - Bobina de aço [12]

3. MODELOS DE TRAJETÓRIA

Tal como foi referido anteriormente, a escolha do sistema de transporte mais adequado a um determinado caso de estudo vai depender não só da geometria e peso da carga que está a ser transportada, mas também da trajetória que essa carga vai efetuar.

Por essa razão, foram definidos três modelos de trajetória distintos, onde o nível de complexidade vai aumentando, de forma satisfazer todas as possibilidades de trajetória. Os modelos de trajetória assumem a possibilidade de existir mudança de cota, não estando assim limitados a um só plano.

3.1 PRIMEIRO MODELO DE TRAJETÓRIA

O primeiro modelo de trajetória definido é o mais simples, no qual, consideramos que existe apenas uma entrada e uma saída da carga. Podem estar várias cargas a serem transportadas em simultâneo, mas deslocam-se apenas do ponto A para o ponto B. Neste modelo são também considerados as trajetórias em que existe apenas um caminho, mas onde é possível inverter o sentido desse caminho, como está ilustrado na Figura 3.1.

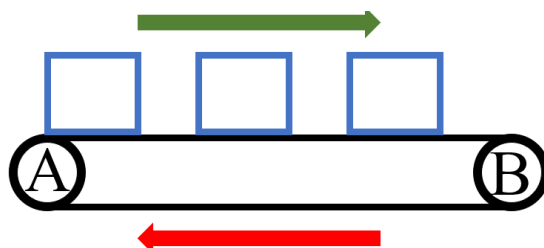


Figura 3.1 - Primeiro modelo de trajetória

Este modelo de trajetória assume a existência de mudanças de direção, variações de cota e curvas que sejam necessárias descrever. Pode ser aplicado a qualquer tipo de carga pesada, sendo que nesta dissertação vai ser aplicado apenas ao transporte de paletes.

3.2 SEGUNDO MODELO DE TRAJETÓRIA

No segundo modelo de trajetória, foi considerado que podem existir múltiplos pontos de entrada de carga e múltiplos pontos de saída. Assim este modelo contempla a existência de convergência e de divergência de cargas.

À semelhança do que acontecia no primeiro modelo de trajetória, neste modelo também a carga se pode deslocar nos vários sentidos. Assim, neste modelo, vão existir situações de

convergência e de divergência. Estas situações podem dar-se individualmente, ou em simultâneo; ou seja, pode existir um ponto de interseção de cargas onde se dê tanto a divergência como a convergência das mesmas.

Na utilização deste modelo, é tida em conta a situação de interseção, ou seja, a forma como os vários ramos de um sistema de transporte se interseçam, e é com base nessa interseção, que posteriormente, se vai fazer a análise e seleccionar o mecanismo indicado para fazer o transporte das cargas nesse ponto.

Neste modelo de trajetória é necessário existir um controlo sobre as cargas que estão a ser transportadas, de forma a garantir que as cargas cumpram a trajetória que lhes foi definida. Nas situações onde existe apenas convergência esse controlo não é essencial, mas nas situações onde existe divergência ou nas situações onde existe convergência e divergência de cargas esse controlo é fundamental. No capítulo 5 e no capítulo 9, estão representados vários mecanismos e os vários acessórios que podem ser adicionados ao sistema de transporte e que permitem o transporte de cargas unitárias pesadas seguindo este modelo de trajetória.

Na Figura 3.2, está um exemplo de uma situação de transporte de cargas correspondente ao segundo modelo de trajetória, onde se verifica a existência de convergência e divergência.

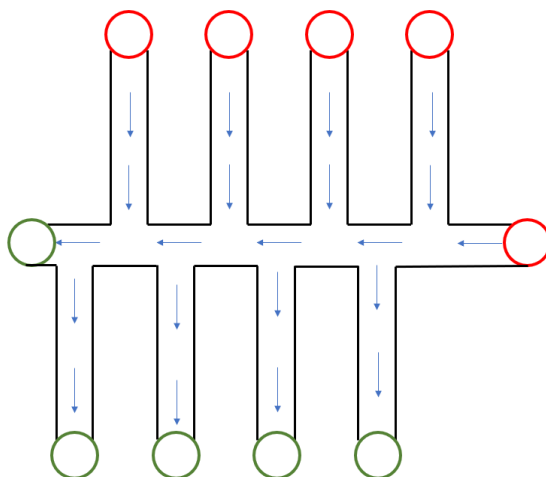


Figura 3.2 - Segundo modelo de trajetória

3.3 TERCEIRO MODELO DE TRAJETÓRIA

O terceiro modelo de trajetória é definido como a conjugação dos dois primeiros modelos. Quando é analisado um sistema de transporte e se procura o transportador que vai predominar ao longo do sistema, analisa-se o primeiro modelo, e quando é necessário analisar interseções, analisa-se o segundo modelo de trajetória.

Assim sendo, o terceiro modelo vai representar os casos onde existem partes do percurso que são trajetórias lineares e partes do percurso que são interseções, sendo assim o modelo mais comum. O objetivo deste modelo de trajetória é fazer a ligação entre o primeiro e o segundo modelo, servindo como ponto de partida para os casos mais complexos que, quando analisados conseguem ser divididos no primeiro e segundo modelo de trajetória.

Na Figura 3.3, está exemplificado como é que o terceiro modelo se conjuga com o primeiro e o segundo modelos de trajetória.

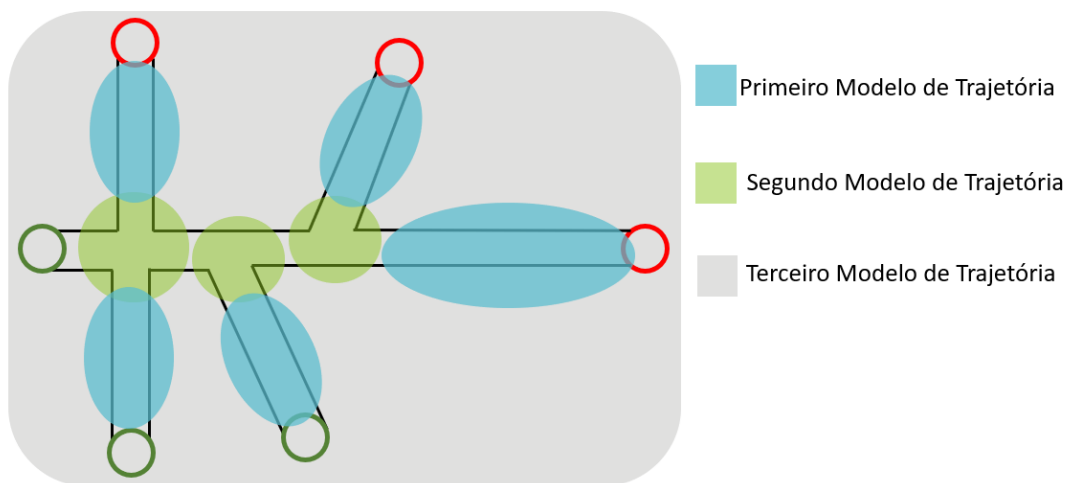


Figura 3.3 - Terceiro modelo de trajetória

4. TRANSPORTADORES

Para fazer o transporte de cargas pesadas, existem dois grupos de transportadores que são necessários conhecer antes de se tomar a decisão sobre qual o sistema de transporte que melhor se adequa a cada caso. Assim sendo, neste capítulo vão ser estudados os transportadores de rolos e os transportadores de correntes, desde os vários elementos que os constituem até ao seu modo de funcionamento.

Em primeiro lugar, vão ser abordados os transportadores de correntes e em segundo lugar os transportadores de rolos, pelo facto de muitas vezes, os transportadores de rolos necessitarem de transportadores de correntes para o seu movimento, sendo que nesses casos as correntes vão assim ser responsáveis pela transmissão do movimento.

4.1 TRANSPORTADORES DE CORRENTES PARALELAS

Os transportadores de correntes paralelas são elementos muito comuns no transporte de cargas unitárias pesadas, estes podem aparecer sozinhos ou ligados a outros elementos, formando assim sistemas de transporte diferentes. Tornando-se assim essencial a compreensão e o estudo do seu funcionamento.

Estes transportadores são constituídos entre outros elementos por vários elos, que quando ligados entre si vão formar uma corrente. Relativamente ao material de que podem ser constituídos, estes elos, dividem-se em três grupos; os não metálicos, os metálicos e a combinação de metálicos e não metálicos.

Entre as correntes de transporte, existem essencialmente dois tipos de correntes: a corrente de rolos com pinos ocos e a corrente de rolos com pinos sólidos. A corrente de rolos com pino ocos, que de agora em diante se passará a tratar como CRPO, tem a vantagem de permitir que com facilidade seja possível acrescentar acessórios utilizando parafusos. Estas correntes são adequadas à maioria dos casos, tendo uma ampla gama de aplicações. Os acessórios podem ser aparafusados aos elos de ligação com aperto ou com folga consoante o objetivo do acessório. [13]

A corrente de rolos com pinos sólidos, que de agora em diante se passará a tratar como CRPS, difere da CRPO, tal como o nome indicia, apenas no facto de esta ter os pinos sólidos. Ao ter os pinos sólidos, não vai permitir, com tanta facilidade, a indexação de acessórios ao elo externo, mas ao ter os pinos sólidos, vai permitir que a corrente tenha uma maior tensão de rotura. Sendo assim a utilização da CRPS, é mais indicada para locais onde as condições de trabalho sejam adversas, por exemplo locais com grandes variações de temperatura ou locais onde as correntes vão estar sujeitas a um grande desgaste. [13]

Na Figura 4.1, está representado um elo de corrente, onde é possível ver a situação onde os pinos são ocos e onde os pinos são sólidos. Também é possível ver na Figura 4.1, que os pinos ocos que têm por norma um diâmetro superior ao dos pinos sólidos, para permitir a entrada de parafusos, sendo que existem muitos modelos diferentes com diversas dimensões e que as normas utilizadas são a ISO (International Organization for Standardization) e a BS (British Standard). [13]



Figura 4.1 - Elo de corrente - pinos ocos e pinos sólidos [13]

Conhecendo os dois tipos de elos de corrente mais comuns, é possível fazer uma combinação entre diversos materiais dos elos e acessórios, permitindo transformá-los em correntes com diferentes objetivos.

Os transportadores de correntes, com base na sua aplicação podem ser divididos em três grupos principais:

- Corrente Transportadora (*Conveyor Chain*)
- Corrente de Rolos (*Roller Chain*)
- Corrente de Elevação (*Leaf Chain*)

Os dois primeiros grupos apresentados são aqueles que têm uma maior importância para esta dissertação por serem aqueles que vão estar aplicados na maioria dos casos dos sistemas de transporte de cargas unitárias pesadas, mas todos eles vão ser brevemente abordados neste capítulo.

As correntes transportadoras, integradas nos transportadores de correntes, podem receber acessórios que estão normalizados, o que lhes permite fazer o transporte de cargas de diversos tipos. Neste grupo encontram-se as correntes nas quais as cargas podem assentar diretamente ou aquelas onde posteriormente vai ser colocado um transportador de correias planas.

Os acessórios que se podem colocar nestas correntes, permitem que elas desempenhem muitas funções diferentes, podendo transformar-se em diferentes tipos de transportadores. É possível prender por exemplo, baldes, para permitir o transporte de granel, ou barras que vão permitir a limpeza de transportadores de correias planas (“raspadores”). As utilizações dos

acessórios são variadas, e a forma como estes são fixados aos elos de correntes também varia de acordo com o acessório, com o material e com o tipo de elo que está a ser fixado, sendo que na maioria dos casos são aparafusados ou soldados ao elo. Existem também extensões que se podem acoplar aos elos de forma a que os acessórios sejam presos, estas extensões estão também normalizadas. Na Figura 4.2, estão representados dois exemplos de extensões que se podem acoplar aos elos de uma corrente.

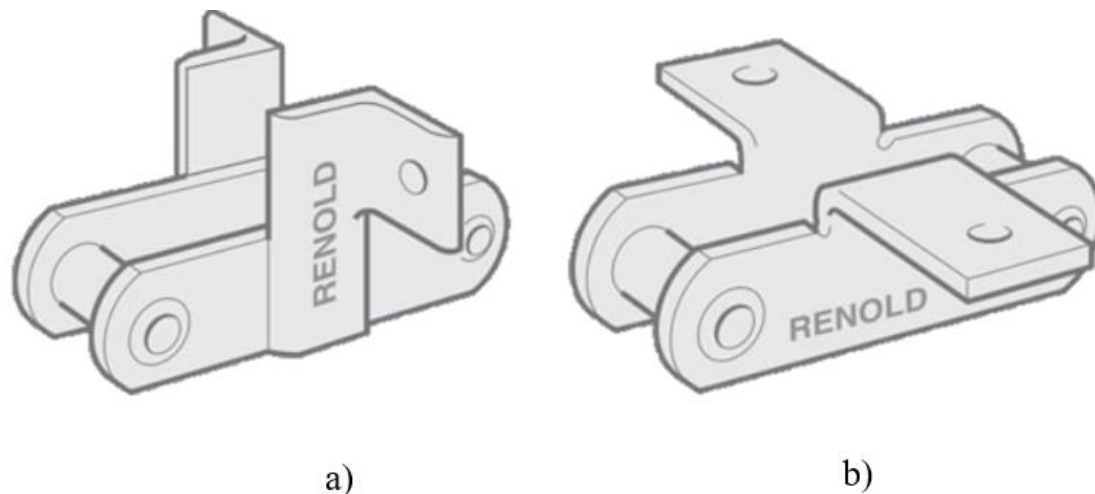


Figura 4.2 - Extensões acopláveis aos elos de uma corrente [13]

a) Modelo F1 soldado b) Modelo K1 integrado

As correntes de rolos são utilizadas na transmissão de movimento, tendo assim, também, diversas aplicações. Dentro do transporte de cargas unitárias pesadas, é comum ver este grupo de correntes na transmissão de movimento de um motor para os transportadores de rolos. Na Figura 4.3, é possível ver a composição de uma corrente de rolos ou corrente de transmissão.



Figura 4.3 - Componentes de um elo de uma corrente de transmissão [14]

As correntes de transmissão, têm todas a mesma configuração, sendo que a mesma pode ser distinguida através de três fatores chave: o passo, cota entre os pratos interiores e o diâmetro do rolo.

As correntes de elevação são aquelas que se encontram nos elevadores de carga ou em situações onde seja necessário elevar uma carga unitária pesada, como por exemplo, nos veículos empilhadores. Uma vez que estas correntes vão estar sujeitas a esforços muito maiores do que as apresentadas até agora, estas têm características que permitem corresponder a essa necessidade, tal como, uma alta resistência à fadiga e ao desgaste e um longo ciclo de vida.

Existem também outras variantes de correntes, que podem ser produzidas em materiais não metálicos e que vão responder às necessidades especiais e que não incluam as cargas unitárias pesadas.

Uma vez apresentadas os vários grupos de correntes que existem, torna-se necessário perceber quais os mecanismos essenciais para colocar um transportador de correntes a funcionar, e como é que esses mecanismos trabalham.

Os transportadores de correntes, para além das correntes são constituídos, essencialmente por duas polias, rodas dentadas, um esticador e um motor.

O motor vai rodar, e transmitir o movimento para as polias, que através das rodas dentadas, que vão encaixar nos elos das correntes, vão fazer o sistema mover-se. O esticador serve para colocar e retirar a corrente, aliviando a tensão da mesma, e tornando-a laça, de forma a poder ser substituídas. O esticador é constituído por uma polia e por uma alavanca. Na Figura 4.4, está representado um transportador de correntes, onde é possível observar todos os elementos descritos.

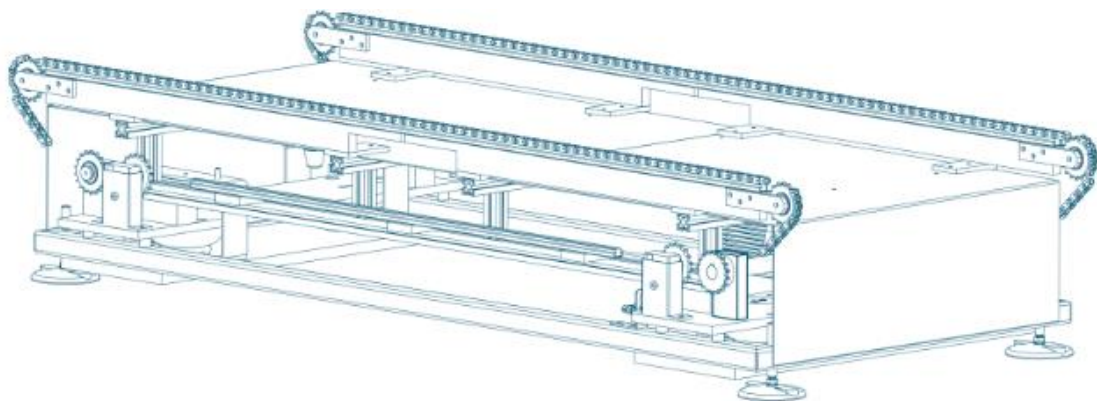


Figura 4.4 - Transportador de correntes [15]

Nos transportadores de correntes, a paleta está orientada de forma a ter os “runners” perpendiculares à direção do movimento.

4.2 TRANSPORTADORES DE ROLOS

Os transportadores de rolos são elementos muito comuns nos sistemas de transporte de cargas unitárias pesadas, tornando-se assim necessário conhecer os seus componentes.

Dentro dos transportadores de rolos, existem dois grandes grupos, os que são motorizados, e aquelas que atuam por ação da gravidade. No transporte de cargas unitárias pesadas o mais comum é encontrar transportadores de rolos que sejam motorizados, pois permitem um maior controlo sobre as cargas. Uma vez que as cargas unitárias não podem estar sujeitas a elevadas acelerações e desacelerações, torna-se necessário ter controlo sobre a velocidade das mesmas, daí o facto de os transportadores de rolos motorizados serem mais comuns no transporte de cargas unitárias pesadas.

O rolo é o elemento base dos transportadores de rolos. Vários rolos ligados formam um transportador. Os rolos são constituídos por um tubo, um veio que o atravessa, um rolamento, e no caso dos rolos motorizados é necessário acrescentar os elementos que permitam a transmissão de movimento. Na Figura 4.5, está um rolo transportador e todas as partes que o constituem, de notar que o rolo representado é para ser utilizado apenas com a ação da gravidade, não tendo os elementos necessários para ser motorizado.

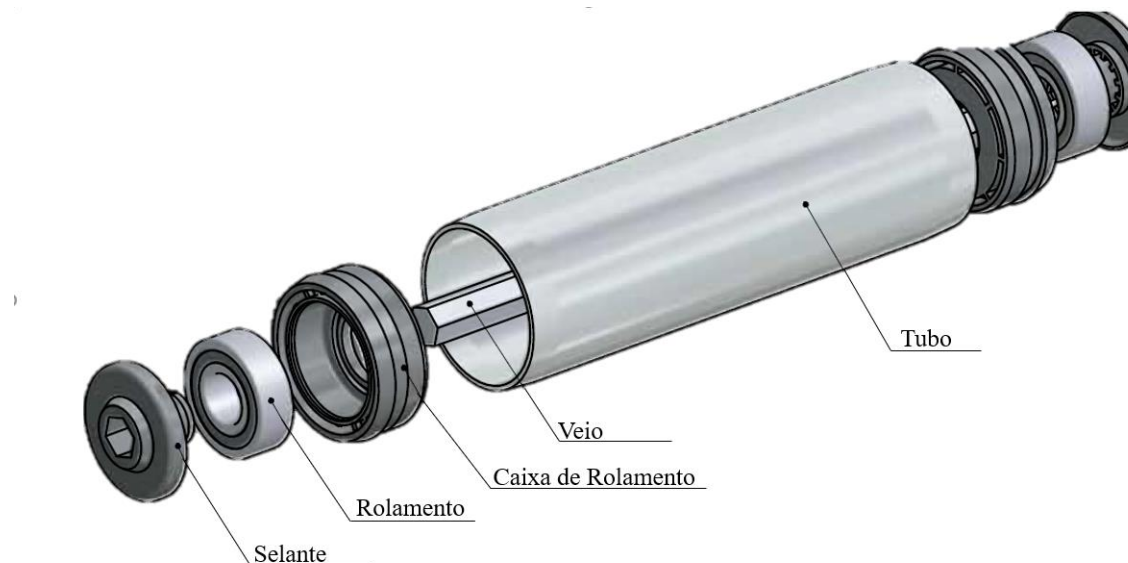


Figura 4.5 - Elementos de um rolo adaptado de [16]

O rolo representado na Figura 4.5, pode ser alterado de forma a ter os elementos que permitem que seja motorizado, sendo apenas necessário acrescentar os elementos representados na Figura 4.6. Assim sendo, o rolo deixa de ter o selante, e passar a ter elementos que vão permitir a transmissão do movimento. Estes elementos variam de acordo com forma como o movimento é transferido do motor para os rolos.

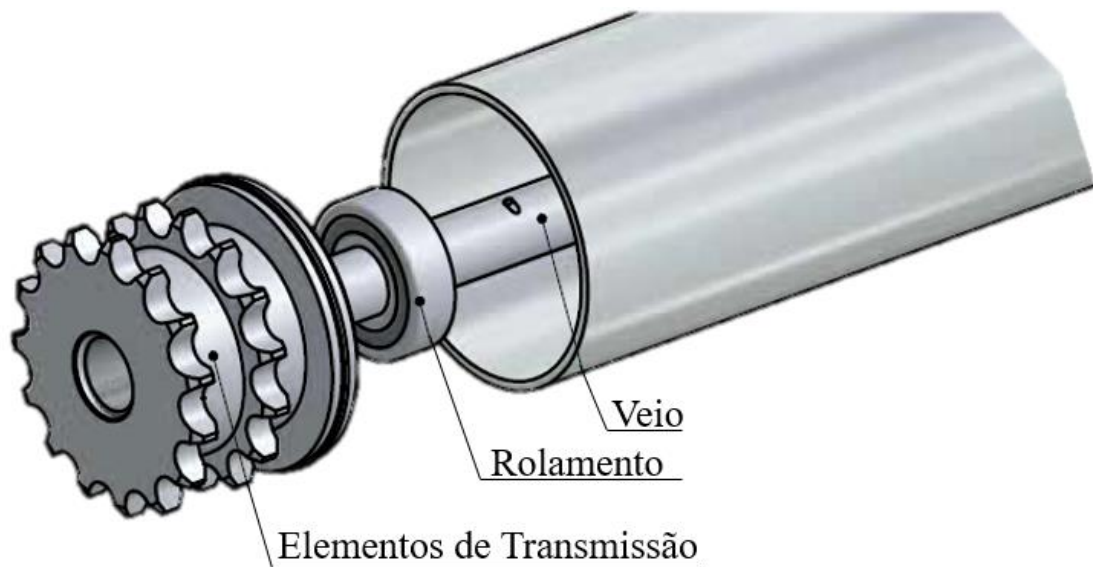


Figura 4.6 - Elementos de transmissão de rolo adaptado de [16]

A forma mais utilizada para fazer a transferência do movimento do motor para os rolos, é a utilização de correias de transmissão, daquelas que foram apresentadas no sub capítulo anterior. As correntes são muito utilizadas por serem um elemento fiável, que pode ser facilmente adaptado e ajustado, tendo ainda a vantagem de trabalhar em ambientes adversos.

Assim sendo, um transportador de rolos é constituído pelos elementos principais seguintes: os rolos transportadores, a estrutura metálica onde os rolos vão encaixar, os elementos de transmissão de movimento e o motor de acionamento. Na Figura 4.7, é possível ver como os vários elementos encaixam. De notar, que na Figura 4.7, a transmissão do movimento é feita através de correntes.

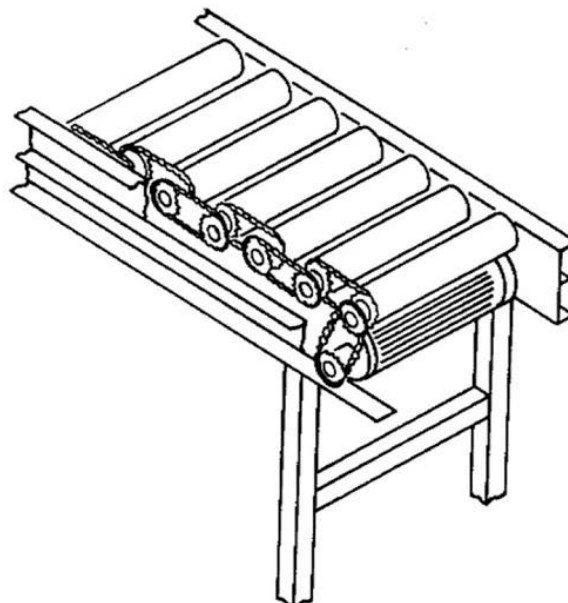


Figura 4.7 - Elementos de transmissão de rolos [17]

Como elemento de transmissão também podem ser utilizadas correias. Existem vários tipos de correias que podem ser utilizadas em diferentes situações. Os principais tipos de correias são, as correias planas, as correias dentadas, as correias redondas e as correias em V.

As correias planas são utilizadas em sistemas com maior comprimento e em sistemas de acumulação de cargas. Estas correias são utilizadas para fazer o transporte de cargas que sigam uma trajetória retilínea. Apresentam bons rendimentos e são indicadas quando existem grandes distâncias entre os eixos.

As correias redondas e as correias POLYVEE aplicam-se nos mesmo casos, são ambas utilizadas em transportadores cujo comprimento é mais curto, e são elegíveis para fazer o transporte de cargas tanto em trajetórias que apresentem curvas como em trajetórias em linha reta [18]. A principal diferença entre estes dois tipos de correias é que as POLYVEE têm um maior tempo de vida útil, do que as correias redondas e são indicadas para quando a distância entre os eixos está bem definida [19].

No entanto, as correias têm alguns inconvenientes tais como: a necessidade de muita manutenção, a não operacionalidade em alguns meios, o não suportarem grandes velocidades e a necessidade de apoios robustos. Estes últimos dois inconvenientes não se fazem sentir no transporte de cargas unitárias pesadas, pois as velocidades neste transporte são baixas e devido ao peso das cargas, já existe a necessidade de apoios robustos.

No caso da utilização de rolos para fazer o transporte de paletes, é essencial que as paletes entrem no sistema de transporte sempre com as tábuas longitudinais inferiores “*runners*” perpendiculares aos rolos, como é ilustrado na Figura 4.8, de forma a garantir que a paleta não ficar presa entre dois rolos, comprometendo assim o sistema de transporte.

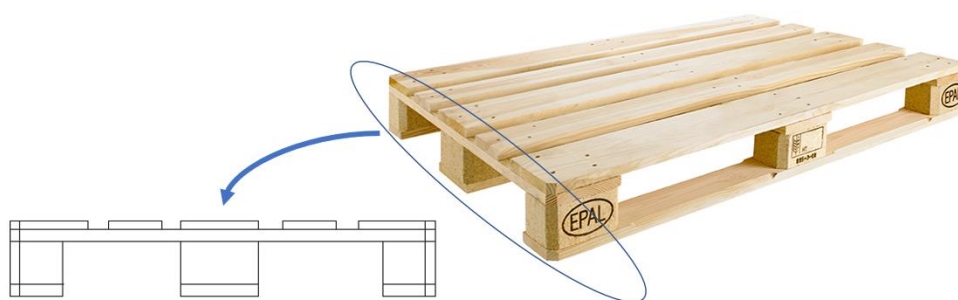


Figura 4.8 - Forma como as paletes devem ser introduzidas em transportadores de rolos adaptado de [7]

Outra forma muito comum de fazer a transmissão do movimento nos transportadores de rolos é através da utilização do *lineshaft*. Esta técnica consiste na existência de um veio que percorre todo o comprimento do transportador onde estão colocadas várias correias redondas que

são colocadas de forma a fazerem a forma de um oito, Figura 4.9, está representada a forma como se dispõe as correias.

Esta forma de transmissão de movimento é muito utilizada quando existe acumulação de cargas num sistema de transporte, já que permite um controlo independente dos vários rolos. Este controlo é feito através da subida e descida do veio onde estão as polias [20].

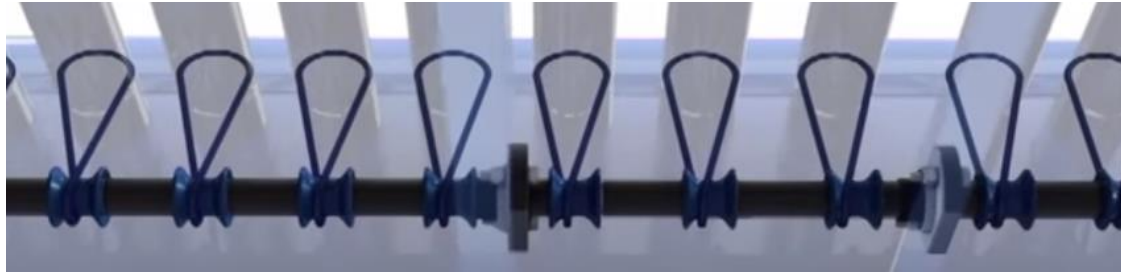


Figura 4.9 – Lineshaft [20]

5. MECANISMOS UTILIZADOS PARA O TRANSPORTE DE PALETES

Ao longo deste capítulo vão ser apresentados diferentes mecanismos que podem ser utilizados no transporte de paletes e as respetivas vantagens e desvantagens. Apesar de aparentar que diferentes modelos de trajetória requerem diferentes mecanismos, na verdade, os mecanismos são sempre os mesmo, sendo apenas feitas algumas alterações de forma a adaptar o mecanismo à sua função.

5.1 TRANSPORTADORES DE CORRENTES

Os transportadores de correntes foram apresentados no capítulo 4, mas estes transportadores podem apresentar diferentes especificações e alterações que lhes conferem propriedades e funções diferentes.

5.1.1 Transportadores de Correntes com Suporte

Os transportadores de correntes com suportes são um mecanismo que pode ser utilizado para fazer o transporte de paletes ou de formas com geometrias irregulares. Este mecanismo apresenta a vantagem de ser versátil, permitindo que cargas de diversas geometrias possam ser transportadas. A Figura 5.1, representa um exemplo destes transportadores.



Figura 5.1 - Transportador de correntes com suporte [21]

Na Tabela 5.1, são apresentadas as vantagens e desvantagens dos transportadores de correntes com suporte.

Tabela 5.1 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de correntes com suporte

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Permitem geometrias muito diferentes, inclusivé, se necessário podem ser transportadas cargas que não sejam paletes, apresentado assim versatilidade; • Suportam cargas mais elevadas do que os transportadores de rolos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas muito caros, pois por cada carga que se queira transportar é necessário adquirir o suporte.

5.1.2 Transportador de Correntes Modulares

Um transportador de correntes modulares é um transportador de correntes, cujos elos formam quase uma correia plana. Nestes casos, os elos de correntes são módulos que podem apresentar diferentes geometrias e que vão criar uma superfície onde vai ser colocada a carga. Os elos das correntes podem apresentar diferentes materiais distintos, sendo que a escolha dos materiais está relacionada com a carga que vai ser transportada. Na Figura 5.2 está um exemplo destes transportadores, onde os elos da corrente são de plástico. Os transportadores de correntes modulares podem ser de vários materiais, como por exemplo plástico e metal.



Figura 5.2 - Transportador de correntes modulares [22]

Na Tabela 5.2, vão ser apresentadas as vantagens e as desvantagens dos transportadores de correntes modulares.

Tabela 5.2 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de correntes modulares

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Permitem o transporte de geometrias muito diferentes podendo, inclusivé, fazer o transporte de cargas não normalizadas; • São mais acessíveis economicamente do que os transportadores de correntes com suporte (para curtas distâncias); • Devido à sua flexibilidade, se necessário podem efetuar curvas; • As paletes podem entrar com diferentes direções no sistema de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não possuem tanta resistência quanto as outras opções, não sendo assim indicado para o transporte de cargas muito pesadas, ou com geometrias que possam causar o desgaste das correntes modulares.

5.1.3 Transportadores de Correntes com Vários Ramais

Os transportadores de correntes com vários ramais permitem o transporte de cargas com diferentes geometrias ou de cargas mais pesadas, pois o peso pode ser distribuídos pelas várias correntes. Estes mecanismos podem ser utilizados para o transporte de paletes ou para facilitar a transição entre dois módulos de transportadores. Na Figura 5.3, está representado um exemplo destes transportadores. Este mecanismo não difere em nada do transporte de correntes paralelas, pois utiliza o mesmo tipo de correntes, mas ao terem uma disposição diferente irão conferir propriedades diferentes ao sistema.



Figura 5.3 - Transportador de correntes com vários ramais [23]

Na Tabela 5.3, são apresentadas as vantagens e desvantagens deste mecanismo.

Tabela 5.3 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de correntes com vários ramais

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • São economicamente mais vantajosas se a distância a percorrer pela carga for maior; • Em caso de necessidade, pode ser adicionado um suporte para o transporte de cargas mais específicas ou de paletes danificadas; • Ideal para o transporte de paletes e “meias paletes”. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apesar de poder transportar paletes e meias paletes, as dimensões das paletes têm de ser sempre as mesmas, de forma a que a paleta consiga entrar no sistema; • As paletes têm de entrar sempre com a mesma orientação no sistema de transporte.

5.2 MESAS ROTATIVAS

As mesas rotativas são essencialmente compostas por transportadores de rolos e por transportadores de corretes.

A utilização de mesas rotativas é uma das formas mais comuns de mudar a direção das cargas que existem disponíveis, mas têm a desvantagem de ser um sistema muito caro, comparado com outras alternativas. No entanto, têm a vantagem de ser um mecanismo que pode ser facilmente incorporado no restante sistema de transporte e têm uma grande fiabilidade.

As mesas rotativas podem ser divididas em dois grupos: as mesas rotativas de rolos e as mesas rotativas de correntes. A mesa rotativa é constituída pelos transportadores, que vão fazer com que a paleta se mova e pelo suporte onde os transportadores são colocados, este suporte pode variar consoante os requisitos de projeto. No capítulo 4, foram abordados os dois tipos de transportadores mais comuns que se encontram nas mesas rotativas; os transportadores de correntes e os transportadores de rolos, o princípio de funcionamento é o mesmo que foi abordado nesse capítulo. A escolha entre uma mesa rotativa com transportadores de correntes ou com transportadores de rolos, é feita da mesma forma que é feita a decisão entre transportadores de correntes e transportadores de rolos, sendo que essa escolha, depende da geometria das cargas a transportar, da direção das cargas, e dos transportadores que são utilizados no restante sistema de transporte.

Na Figura 5.4 a), está representada uma mesa rotativa constituída por transportadores de rolos, e na Figura 5.4 b), está representa uma mesa rotativa constituída por transportadores de correntes paralelas. As especificações técnicas de ambas as mesas estão detalhadas no anexo A e no anexo B.

Consultando o anexo A e o anexo B, vemos que a principal diferença entre a mesa rotativa com transportadores de rolos e a mesa rotativa com transportadores de correntes, é que a segunda tem uma capacidade de carga 50% superior à primeira. No entanto, este não deve ser o único

critério para a escolha do transportador a utilizar na mesa rotativa, deve-se continuar a ter em conta a orientação das cargas e os transportadores utilizados no restante sistema de transporte.

As informações mais importantes a retirar das especificações técnicas de uma mesa rotativa são a velocidade linear, a velocidade de rotação, a amplitude de rotação de cada mesa rotativa e a carga nominal máxima. Estes serão os parâmetros fundamentais para a escolha do mecanismo adequado.

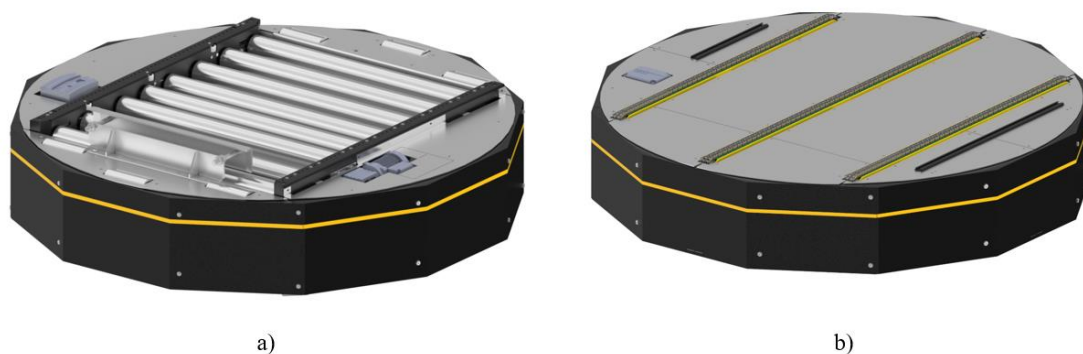


Figura 5.4 - Mesas rotativas

a) Mesa rotativa com transportadores de rolos b) Mesa rotativa com transportadores de correntes [19]

Existem muitos modelos de mesas rotativas, as diferenças entre estes modelos vão permitir responder a diferentes requisitos de projeto. Na Figura 5.5, está representada uma mesa rotativa de rolos que tem três batentes, dois laterais e um na parte frontal. Esta mesa rotativa permite fazer a mudança de direção de cargas, mas a carga tem de sair pelo mesmo local por onde entrou, levando mais tempo a fazer rotações de ângulos maiores.



Figura 5.5 - Mesa rotativa [24]

O funcionamento da mesa apresentada na Figura 5.5, é muito simples. A paleta entra pela zona mais à esquerda (a zona que não tem batente), e os rolos vão funcionar no sentido de permitir que a paleta faça esse movimento. Posteriormente, os rolos vão parar o seu movimento e a mesa vai rodar, ficando com a zona por onde a paleta entrou voltada para o segmento do sistema de

transporte por onde esta vai seguir. Quando o movimento da mesa cessar, os rolos vão funcionar no sentido de fazer a paleta sair da mesa, e em concordância com a velocidade do transportador onde a paleta vai entrar.

Uma das vantagens deste dispositivo é a de ter as barreiras laterais e o batente do topo, já que estes vão permitir que haja uma maior segurança, garantindo que mesmo que os rolos parem o seu movimento, a paleta não vai sair da mesa. Este sistema permite também que sejam utilizados diversos modelos de paletes diferentes e uma das principais vantagens destes sistemas é apresentarem uma grande versatilidade relativamente ao ângulo que permitem que seja feita a curva. Por norma, estes ângulos variam entre os 0° e os 90° , sendo que existem sistemas que permitem abranger um maior leque de ângulos, podendo até fazer várias voltas completas consecutivamente.

Para além da mesa rotativa apresentada na Figura 5.5, existem outros modelos, que irão satisfazer outros requisitos de projeto. Um exemplo é o sistema representado na Figura 5.6.



Figura 5.6 - Mesa rotativa de rolos [24]

A mesa rotativa de rolos apresentada na Figura 5.6, tem a característica de as paletes não terem de sair pelo mesmo lado por onde entraram, permitindo assim que com um menor ângulo de rotação, a carga descreva um maior ângulo na trajetória. Esta solução vai poupar tempo no percurso que a carga tem de descrever, principalmente se o ângulo que esta descrever for superior a 90° .

Na Tabela 5.4, são apresentadas as vantagens e desvantagens destas mesas rotativas.

Tabela 5.4 - Vantagens e desvantagens das mesas rotativas

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none">• Existem diferentes configurações que podem ser ajustadas às várias necessidades;• Facilidade de incorporação num sistema de transporte;• Versatilidade nas dimensões das cargas que podem ser transportadas;• Grande variedade dos ângulos de rotação.	<ul style="list-style-type: none">• Elevado custo.

5.3 MECANISMO QUE REALIZAM MOVIMENTO DE TRANSLAÇÃO

Mecanismos que realizam movimento de translação são aqueles que vão permitir que a carga sofra uma translação que pode ser lateral, transversal ou vertical. Estes mecanismos são acessórios que podem ser acrescentados aos transportadores abordados até aqui, aumentando as suas capacidades.

5.3.1 Elevadores de Tesoura Hidráulicos

Existe muitas vezes a necessidade de fazer uma translação vertical de uma carga unitária pesada. Essas translações verticais podem ser feitas utilizando mecanismos de elevação em tesoura como o representado na Figura 5.7. Uma das vantagens deste mecanismo, é o facto de a parte superior poder servir vários propósitos; na imagem a parte superior apresenta uma mesa rotativa, mas esta pode ser substituída por um outro elemento, tornando assim este mecanismo muito versátil.



Figura 5.7 - Elevador em tesoura hidráulico [24]

O mecanismo representado na Figura 5.7, é composto por quatro partes: a primeira é a plataforma, que pode ter diversas formas, e acomodar diferentes transportadores, conforme seja mais adequado. A segunda, a base pode ser como a representada na Figura 5.7, ou pode ter uma forma que permita que o elevador ande sobre carris ou até mesmo rodas, permitindo que este seja movido com facilidade. A terceira parte que constitui este mecanismo são as pernas em forma de tesoura, esta forma vai permitir que à medida que a parte superior das pernas se juntam, a plataforma suba, e à medida que a parte superior das pernas se afastam, a plataforma desce. A quarta e última parte são os cilindros hidráulicos. Um mecanismo pode ter de um a quatro cilindros, consoante a carga que tenha de elevar. Os cilindros vão ser ativos com a ajuda de um motor que vai fazer com que o fluido se mova dentro dos cilindros e faça então com que as pernas, em forma de tesoura, se movam [25].

5.3.2 Empilhadores

Os empilhadores são mecanismos muito versáteis que permitem diferentes aplicações e satisfazer diversos requisitos. Os empilhadores têm a capacidade de movimentar a carga na longitudinal, na transversal e na vertical, conseguindo assim movimentar a carga em todas as direções. Os empilhadores são excelentes opções para o transporte de cargas pontuais, ou para uma determinada parte de um sistema de transporte, não podendo substituir todo um sistema de transporte.

Os empilhadores necessitam de ser operados por pessoas, assim, quando utilizados em sistemas de transporte essa parte do sistema não vai estar automatizada e algumas vezes pode levar à acumulação indesejada de cargas.

Na Figura 5.8, está representado um empilhador que permite movimentar a carga e elevá-la até seis metros de altura. Este mecanismo também permite transportar cargas no plano.



Figura 5.8 - Empilhador [26]

Existem vários modelos diferentes deste mecanismo, no anexo C, estão as especificações técnicas do modelo do mecanismo representado na Figura 5.8. O mesmo modelo tem três variantes diferentes de forma a poder corresponder a diferentes necessidades.

No momento de aquisição de um equipamento como este, é necessário ter em atenção alguns parâmetros, como por exemplo: a carga máxima, o comprimento dos braços, a velocidade máxima, a autonomia da bateria e a cota nominal máxima.

Dentro dos empilhadores existem também os porta-paletes. Estes mecanismos apenas movem a paleta no plano horizontal, sendo que alguns permitem pequenas elevações da mesma, mas vão ser sempre elevações inferiores a um metro.

Os porta-paletes podem ser manuais ou elétricos, tendo em conta que independentemente da forma como o movimento é transmitido, vão necessitar de ser guiados por um operador. Na Figura 5.9 a) está representado um porta-paletes manual, e na Figura 5.9 b) está representado um porta-paletes elétrico.

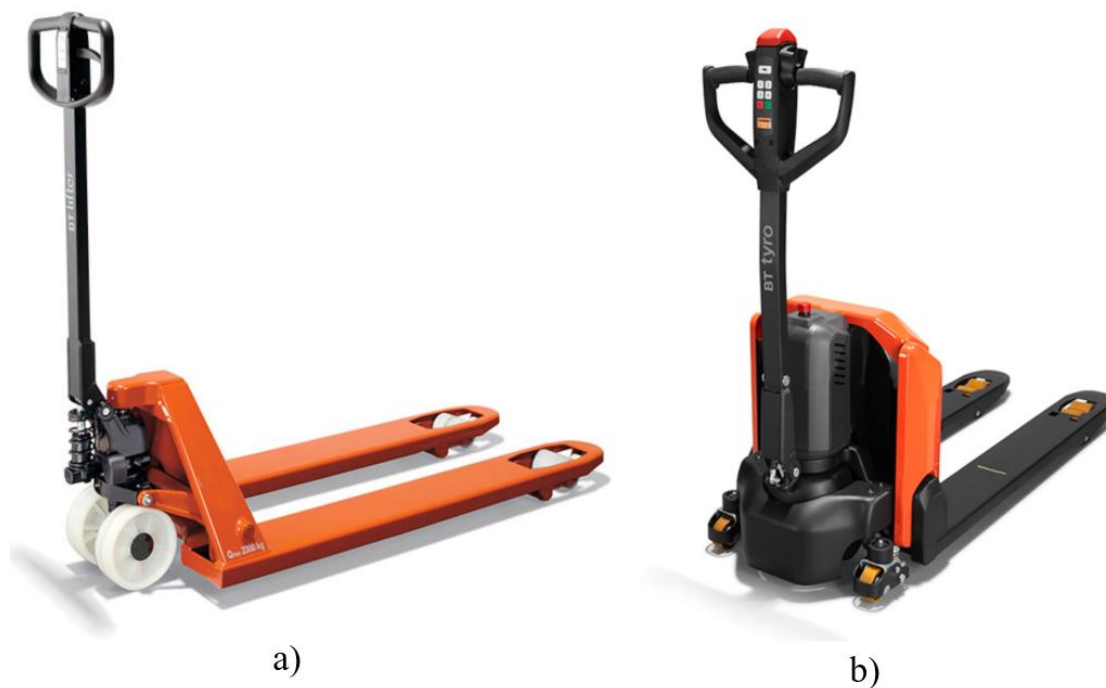


Figura 5.9 - Porta-paletes
a) Manual b) Elétrico [26]

No anexo D e no anexo E estão as especificações técnicas de cada um dos porta-paletes representados na Figura 5.9 a) e na Figura 5.9 b) respetivamente. Lendo as especificações técnicas de cada um dos dispositivos é possível concluir que para além de um ser elétrico e do outro ser manual, o porta-paletes manual suporta uma carga mais elevada do que o porta-paletes elétrico.

Existem também empilhadores com elevação em tesoura. Estes empilhadores vão permitir elevações superiores à dos porta-paletes apresentados anteriormente, mas cargas inferiores. Quando comparados com os empilhadores do tipo apresentado na Figura 5.8, os

empilhadores com elevação em tesoura atingem alturas inferiores mas por norma conseguem suportar cargas superiores.

Na Figura 5.10, está representado um empilhador com elevação em tesoura, e no anexo F é possível ver as especificações técnicas e fazer as comparações que foram feitas no parágrafo anterior.



Figura 5.10 - Empilhador com base em tesoura [26]

Para além dos três grupos de empilhadores apresentados, existem outros, que vão cumprir outras funções e permitir responder a outros requisitos. Para poder escolher qual o empilhador adequado a cada função é necessário responder a algumas perguntas:

1. Qual a dimensão e o peso da carga a transportar?
2. Vai ser necessário fazer o empilhamento de paletes?
3. Vai haver o armazenamento das cargas? Se sim, qual as dimensões do local de armazenamento?
4. Qual a altura máxima a que podemos elevar a carga? (Quais as limitações de altura impostas pelo espaço?)
5. Que distâncias vão ser percorridas pelos empilhadores?
6. Qual o tipo de motorização apropriado? (elétrica, a gás ou a gasóleo)

A resposta a estas perguntas ajuda a perceber quais são os requisitos que devem ser cumpridos pelos empilhadores, permitindo assim que seja feita uma aquisição consciente. [26]

5.3.3 Monta-cargas

Os monta-cargas são também uma boa opção para realizar o movimento vertical das cargas. Os monta-cargas são mecanismos que podem elevar cargas até 10 toneladas. Por norma um empilhador coloca a carga no monta-cargas e outra empilhadora retira a carga quando este

chega ao destino. Tal como acontece com os elevadores comuns, um monta-cargas pode ter vários andares diferentes.

Existem várias decisões que têm que ser tomadas na aquisição destes equipamentos, pois eles são altamente customizáveis, podendo o chão ser alterado, de forma a que possam entrar os porta-paletes, e é ainda possível escolher a forma como são feitas as proteções laterais e a porta de entrada para o monta-cargas. No anexo G, está um formulário de compra de um monta-cargas da empresa HIDRAL, onde é possível ver as várias opções oferecidas.

Na Figura 5.11 está um monta-cargas. Como é possível ver na figura, os órgãos de suspensão neste caso são correntes, que são os mais indicados, pois permitem um melhor nivelamento do monta-cargas, facilitando a carga e a descarga do mesmo. [27]. Quando se faz a aquisição de um monta-cargas, existem diversas opções que podem ser tomadas, de forma a permitir que o monta-cargas cumpra os requisitos de projeto necessários ao seu bom funcionamento. É também importante ter em atenção as condições de segurança que o equipamento necessita, todas elas são descritas no manual de funcionamento do monta-cargas.



Figura 5.11 - Estrutura de um monta-cargas [27]

Na Figura 5.12, está representada a forma como um monta-cargas pode estar incorporado num sistema de transporte de paletes. Estes sistemas são particularmente úteis em situações de armazenamento, pois permitem transportar as cargas ao longo de um armazém, e no caso de haver estantes, permite que as cargas sejam elevadas à cota necessária.



Figura 5.12 - Monta-cargas incorporado num sistema de transporte [28]

5.4 GUIDED VEHICLES

Dentro dos veículos guiados, existem dois grupos com particular importância para o transporte de cargas unitárias pesadas, estes são os transportadores guiados por carris, RGV e os transportadores guiados automaticamente, AGV.

Estes dois transportadores não se substituem um ao outro, sendo complementares e tendo aplicações diferentes. [29]

5.4.1 Rail Guided Vehicles

RGVs ou *Rail Guided Vehicles*, são transportadores guiados por carris, ou seja, mecanismos que vão fazer o transporte de paletes e outras cargas, e cujo movimento é feito sobre

carris. Os carris podem estar no chão ou sobre uma estrutura. Por norma, quando se trata de cargas mais pesadas os carris estão no chão e o transporte dá-se ao nível do solo.

Esta é uma alternativa económica e rápida para aplicações complexas, como por exemplo armazéns e para conectar pontos distantes. Também pode ser uma alternativa quando os materiais que vão ser transportados não estão normalizados, ou adquirem várias formas diferentes. [30]

A Figura 5.13, é um exemplo dum destes transportadores. Este é um dos exemplos mais simples e pode ser utilizado ao nível do solo. Podem ser utilizados suportes de forma a que fique mais elevado.



Figura 5.13 - RGV de rolos [31]

O exemplo apresentado na Figura 5.13, é constituído por três partes distintas, o transportador, os carris e os dispositivos de paragem. Em conjunto vão permitir o seu funcionamento. Este exemplo, mais simples, é ideal para aplicações de transporte onde é necessário percorrer longas distâncias, sendo que essa viagem pode ser feita de forma mais rápida e eficiente do que se fosse feita por um transportador de rolos. No anexo H, estão as especificações técnicas deste dispositivo.

Os mecanismos podem ser constituídos por transportadores de rolos ou por transportadores de correntes paralelas. A escolha entre estes dois grupos de transportadores é feita com os mesmos critérios que os apresentados no capítulo 4.

Para além do modelo apresentado anteriormente, existem modelos mais complexos. Estes modelos mais complexos são mais indicados para situações de armazenamento de cargas, e para áreas de logística, porque além de conseguir providenciar um movimento de translação à carga, têm outras características que os permitem fazer mais movimentos.

Na Figura 5.14, está representado um modelo mais robusto deste tipo de transportadores, permitindo fazer cargas e descargas em simultâneo, este veículo também consegue fazer subidas

e descidas e por ser equipado com garfos semelhantes aos encontrados nos empilhadores, permitindo elevar as cargas e manuseá-las, característica útil num armazém. [32]

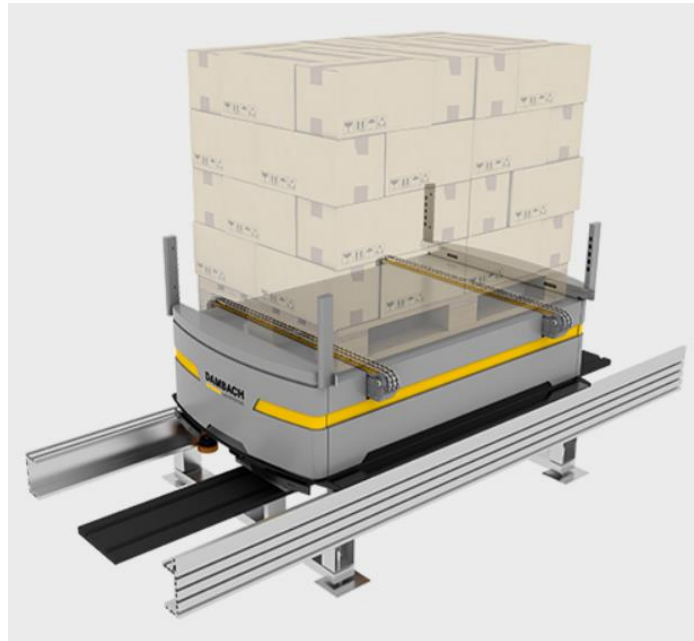


Figura 5.14 - RGV de correntes paralelas [28]

Estes mecanismos apresentam algumas vantagens: como o facto de serem carregados de forma indutiva, ou seja, a transferência de energia dá-se sem a necessidade de fios. Tal como acontecia com o exemplo anterior, este mecanismo pode ser um substituto aos transportadores comuns, quando se tratar de percursos muito longos ou complexos. Estes dispositivos apresentam um *design* compacto que permite a boa utilização do espaço, a possibilidade de com relativa facilidade se acrescentarem caminhos e fazer melhorias no sistema, para além da fácil instalação dos mesmos. [28] As características técnicas do mecanismo encontram-se no anexo I. No capítulo 7, estes mecanismos vão ser abordados novamente, mas aplicados ao transporte de bobinas.

5.4.2 Automated Guided Vehicles AGV

Automated Guided Vehicles, ou AGVs são veículos transportadores que não necessitam de ser guiados e que andam pelo chão das unidades fabris e dos armazéns, sendo controlados por computadores. São máquinas sofisticadas que representam uma solução completa para o transporte de cargas unitárias pesadas, sendo usados em inúmeras indústrias já que disponibilizam uma ampla gama de aplicações. [33]

A principal diferença entre os AGVs e os RGVs prende-se com o facto de o primeiro não precisar de uma estrutura sobre a qual se movimentar.

Existem AGVs para vários tipos de cargas. Ao longo deste subcapítulo vão ser apresentados alguns modelos para fazer o transporte de cargas unitárias pesadas.

Os AGVs são constituídos por várias partes:

1. Corpo do AGV

O corpo do AGV pode ter várias formas diferentes para se adaptar a várias necessidades. O facto de este corpo poder ter diferentes formas, torna o AGV um mecanismo versátil.

2. Bateria

Os AGVs obtêm a sua energia através de uma bateria. Podem ter vários tipos de baterias diferentes, e o carregamento dessas baterias, pode ser feito de duas formas distintas. A primeira é a troca de bateria, ou seja, existe uma estação de carregamento de baterias, e quando a bateria atinge um determinado nível, o AGV dirige-se a essa estação onde a bateria é trocada. Esta troca pode ser automática ou manual. A segunda é o carregamento de oportunidade, ou seja, periodicamente o AGV desloca-se a uma estação de carregamento. A escolha da altura em que o veículo se desloca para a estação de carregamento vai depender do fluxo de cargas a transportar, podendo este carregamento ser agendado, de forma a que o carregamento não prejudique o fluxo das cargas. [33]

3. Dispositivo de condução (*Driving Device*)

Esta parte do AGV é constituída por todos os elementos que fazem com que os AGVs se movimentem. Todos os parâmetros do movimento são depois controlados por um computador. [29]

4. Dispositivos de comunicação e de segurança

Os dispositivos de comunicação são aqueles que permitem ao computador comunicar com o AGV e fazer alterações em tempo real. Estas alterações podem ser paragens, alterações de velocidade, trajetória ou de outra qualquer variável, que interfira com a funcionalidade do AGV.

Os dispositivos de segurança são sensores e travões que vão garantir que não há perigo na utilização de AGVs. Estes dispositivos vão garantir que não existe colisões entre AGVs ou entre AGVs e pessoas. Vão também permitir a segurança da carga. [29]

5. Dispositivo de Orientação

Os dispositivos de orientação são aqueles que garantem que o AGV percorre a trajetória que lhe foi atribuída. Estes dispositivos diferenciam os AGVs de outros veículos guiados. Os AGV's podem utilizar várias tecnologias para se orientarem. As que são mais comumente utilizadas são a orientação eletromagnética, orientação através de fita magnética, orientação através de laser, orientação através de GPS e orientação através de coordenadas. [29]

Na Figura 5.15 está um exemplo de um AGV. Este modelo é semelhante ao empilhador ilustrado na Figura 5.8. A principal diferença é que o AGV não precisa de ser guiado por uma pessoa. No anexo J estão as especificações técnicas deste AGV. Como é possível conferir nesse documento, existem várias opções de bateria e de forma de carregamento, também é possível verificar que a ordem de grandeza dos valores das cargas é a mesma entre este modelo e os

modelos de empilhadores apresentados nos anexos D e E. Este AGV permite também a elevação de cargas, tendo uma ampla gama de valores de alturas que pode tomar.



Figura 5.15 - AGV com garfos para paletes [34]

Na Figura 5.16, está representado um outro AGV. Neste modelo já não existem os garfos para fazer o transporte de paletes, mas permite o transporte de vários tipos de cargas diferentes, podendo transportar cargas até 10000 Kg, sendo assim muito versátil. Este modelo também apresenta opções relativas a algumas das suas características. No anexo K, é possível ver quais as opções que são permitidas e informações relativas à altura das cargas e à carga máxima que pode transportar.



Figura 5.16 - AGV para cargas muito pesadas [34]

Os AGVs são mecanismos muito versáteis que podem ser utilizados em várias situações diferentes, sendo uma boa opção para armazéns e centros de logística onde existam trajetórias e movimentações complexas que necessitam de ser feitas pelas cargas. Estes mecanismos apresentam várias vantagens e desvantagens, que estão listadas na Tabela 5.5

Tabela 5.5 - Vantagens e desvantagens da utilização de AGVs [33]

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Existem diferentes configurações permitindo responder a várias necessidades; • Aumento da segurança; • Versatilidades, uma vez que o percurso dos AGVs pode ser modificado facilmente; • Redução dos danos das cargas; • Aumento da eficiência; • Redução dos custos com mão de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado custo de aquisição; • Montagem e Implementação complexa.

5.5 TRANSPORTADORES DE ROLOS

Os transportadores de rolos foram abordados no capítulo 4, mas existem várias formas de utilizar transportadores de rolos. Estes podem-se transformar em mecanismos diferentes que vão ter propriedades diferentes.

Os transportadores de rolos cónicos podem ser utilizados para fazer a mudança de direção de cargas. Na Figura 5.17 está representado um destes rolos. O formato destes rolos permite que a paleta descreva uma trajetória circular.

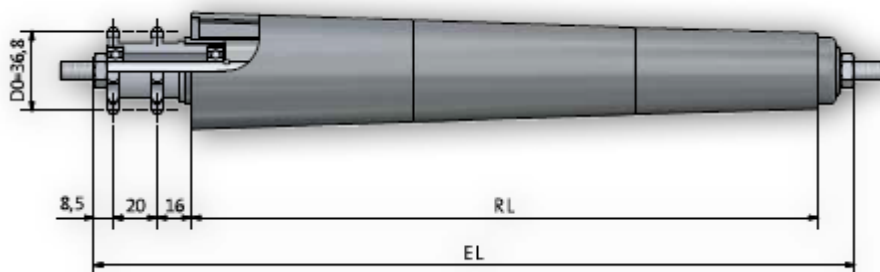


Figura 5.17 - Rolo transportador cónico [35]

Existem diversas gamas de rolos transportadores cónicos. As diversas gamas vão apresentar diferentes diâmetros, comprimentos de rolos, formas de encaixe dos rolos e formas de transmissão do movimento. Na Figura 5.17, está representado um rolo cónico, cujo movimento vai ser transmitido através de corrente que vai passar pelas rodas dentadas representadas na figura. Na parte oposta às rodas dentadas, no lado direito, é possível ver o veio que vai assentar na estrutura de metal e permitir o movimento de rotação do rolo.

Os vários rolos, depois de escolhidos são montados numa estrutura como a representada na Figura 5.18, posteriormente o módulo pode ser facilmente instalado no restante sistema de transporte.



Figura 5.18 - Módulo de conjunto de rolos cónicos

Uma das vantagens destes transportadores, consiste no facto de ser possível fazer curvas com diferentes ângulos. Esta opção não é muito utilizada para fazer a mudança de direção do deslocamento de paletes, já que não garantem uma mudança de direção completa, sendo que é mais apropriado para cargas de menores dimensões. Assim sendo, este mecanismo não vai ser tido em conta nos modelos de decisão, mas fica aqui representado, como sugestão para cargas de menores dimensões.

Na Tabela 5.6, estão representadas as vantagens e as desvantagens dos transportadores de rolos cónicos. Como está representado na tabela, a única vantagem desta opção relativamente às mesas rotativas é o custo da mesma, contudo essa vantagem não deve, em situação alguma superar o facto da solução apresentada não cumprir os requisitos do projeto.

Tabela 5.6 - Vantagens e desvantagens de transportadores de rolos cónicos

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> • Custo mais baixo que o das mesas rotativas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não permite uma rotação completa; • Não é indicado para o transporte de paletes; • Não é indicado para o transporte de cargas pesadas; • Pode pôr em causa a carga e causar dano na mesma e no sistema.

5.6 UNIDADES DE TRANSFERÊNCIA ORTOGONAIS

As unidades de transferência ortogonais são utilizadas quando se quer fazer uma rotação de 90° da paleta. Estas unidades podem ser constituídas por apenas um grupo de transportadores ou podem ser constituídas por 2 grupos de transportadores, sendo que a segunda opção é a mais comum.

Na Figura 5.19, está representada uma unidade de transferência ortogonal que utiliza dois grupos de transportadores diferentes. Nesta figura está representada a utilização de transportadores de rolos e transportadores de correias, sendo que quando a carga é transportada pelos rolos, vai-se mover com direção perpendicular à dos rolos. Quando a carga chega à zona onde estão as correias, estas vão elevar-se e fazer com que a carga se mova com uma direção paralela à das correias.



Figura 5.19 - Unidade de transferência ortogonal - transportador de rolos e correias transportadoras [36]

A utilização de correias no transporte de cargas pesadas é pouco comum. Estas não têm a resistência mecânica necessária para transportar cargas pesadas durante longos percursos. Pelo que, quando são utilizadas, é apenas para pequenas mudanças de direção, sendo que é comum que pouco depois das correias estejam correntes ou rolos para continuar o transporte da carga.

Da mesma forma, quando utilizadas as correias intercaladas com os rolos transportadores para fazer uma curva de 90°, é também comum existirem correntes a substituir as correias, uma vez que as segundas têm uma maior resistência mecânica, sendo assim adequadas ao transporte de cargas unitárias pesadas. Na Figura 5.20, está um exemplo da forma como os transportadores de rolos se podem articular com os transportadores de correias.



Figura 5.20 - Unidade de transferência ortogonal - transportador de rolos e transportador de correntes [36]

Na Figura 5.20, é visível a forma como o movimento é transferido para os rolos. Na secção em que se dá mudança de direcção, há diferença na forma como o movimento é transmitido quando comparado com as outras secções. Esta diferença deve-se ao facto de a carga permanecer um maior intervalo de tempo sobre a unidade de transferência ortogonal, sendo assim necessária a utilização de correntes para transmitir o movimento, já que este vai ser iniciado com a carga sobre ele. Outra razão pela qual o movimento é transmitido de forma diferente, prende-se com a necessidade de fazer parar os rolos quando as correntes começam a funcionar, esta necessidade apenas existe se os rolos e as correntes estiverem a funcionar ao mesmo nível.

Uma das principais vantagens deste mecanismo, é a poupança de área de trabalho, pois o espaço que é ocupado por este sistema, é espaço que previamente já iria ser necessário para o transporte de cargas.

Existe ainda a opção de a carga ser transportada por correntes, e serem os rolos, o mecanismo que vai subir e alterar a trajetória da carga, como está ilustrado na Figura 5.21.



Figura 5.21 - Unidade de transferência ortogonal - transportador de correntes e transportador de rolos [37]

Na Figura 5.21, o transporte da carga é feito através de vários ramais de correntes, e quando a carga chegar à posição desejada, as correntes vão parar o seu funcionamento, os rolos

vão elevar-se e vão fazer com que a carga se mova na perpendicular. Na Figura 5.21, é possível ver também que existem dispositivos para a transferência de paletes entre transportadores de correntes paralelas.

A escolha da combinação de transportadores a utilizar na unidade de transferência ortogonal, está relacionada com os transportadores que estão a ser utilizados nas duas secções que vão ser ligadas com a unidade de transferência, sendo que esta tem de permitir que exista uma continuidade de forma a não prejudicar o transporte da carga. Estando a escolha relacionada com os transportadores já existentes no sistema de transporte vai estar também relacionada com a geometria e direção do movimento da carga.

Na Tabela 5.7, estão apresentadas as vantagens e as desvantagens das unidades de transferência ortogonais para a mudança de direção de paletes.

Tabela 5.7 - Vantagens e desvantagens das unidades de transferência ortogonal

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none">• Existem diferentes configurações que podem ser ajustadas às várias necessidades;• Podem ser utilizados diversos grupos de transportador, facilitando a integração num sistema de transporte;• Facilidade de incorporação num sistema de transporte;• Ocupam pouca área útil;• Custo reduzido quando comparado com outras opções.	
	<ul style="list-style-type: none">• Pode apenas ser utilizado para mudanças de direção ortogonais.

6. TRANSPORTE DE PALETES

Ao longo deste capítulo vão ser apresentados os modelos de decisão que permitem escolher quais os mecanismos mais apropriados ao transporte de paletes, cuja massa das paletes somada com a massa dos bens a transportar exceda os 500 kg.

Tipicamente o transporte de paletes é feito utilizando transportadores de rolos ou transportadores de correntes, por serem os que apresentam uma maior resistência, e por garantirem uma maior fiabilidade do sistema de transporte. Para além de que, por serem os transportadores mais comuns, têm vantagens económicas relativamente aos restantes transportadores. Estes transportadores foram apresentados no capítulo 4.

A escolha entre transportadores de correntes ou transportadores de rolos para o transporte de paletes não é simples, sendo que ambos apresentam vantagens e desvantagens e os requisitos de projeto vão influenciar qual a escolha mais adequada. Algumas das vantagens e desvantagens de cada um dos transportadores está apresentados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1 - Vantagens e desvantagens dos transportadores de rolos e de correntes no transporte de paletes

	TRANSPORTADORES DE ROLOS	TRANSPORTADORES DE CORRENTES PARALELAS
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Grande versatilidade de utilização; • Podem ser adquiridos em módulos; • Necessitam de pouca manutenção; • Transporte horizontal eficaz para quaisquer distâncias, particularmente as distâncias curtas; • A velocidade pode ser facilmente controlada; • Menor risco de dano das cargas; • O sistema pode ser dividido em diversas partes, sendo possível que as diversas partes sejam acionadas independentemente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uma vez que não existe escorregamento durante a transmissão da corrente a relação obtida para a velocidade é muito boa; • Pode ser utilizado em longas ou em curtas distâncias, sendo mais vantajosas nas distâncias longas; • Os eixos estão sujeitos a um menor esforço; • Transmite movimento para vários eixos utilizando uma só corrente; • Pode ser operado sobre temperaturas e condições adversas.
DESVANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Quando estes transportadores utilizam a gravidade, podem danificar as cargas; • Apesar de serem modulares, estes transportadores são muito pesados sendo complexa a sua movimentação, e respetiva adaptação a diferentes configurações. 	<ul style="list-style-type: none"> • O acionamento por corrente precisa de montagem precisa e manutenção cuidadosa, principalmente lubrificação e ajuste da folga; • O acionamento da corrente apresenta flutuações da velocidade, especialmente quando esticada indevidamente.

Na Tabela 6.1 estão apresentadas as vantagens e desvantagens gerais dos transportadores de rolos e dos transportadores de correntes paralelas, uma vez que estas são as soluções mais utilizadas para o transporte de paletes. Como foi visto no capítulo 5, tanto os transportadores de rolos como os transportadores de correntes podem ser utilizados em vários mecanismos e de formas diversas, pelo que, antes de decidir qual o transportador mais adequado, é necessário analisar o mecanismo em que os transportadores estão inseridos. Assim sendo, a Tabela 6.1 tem

como principal objetivo dar linhas gerais sobre a escolha a ser feita entre os dois grupos de transportadores apresentados. Esta tabela permite ao projetista fazer uma primeira avaliação sobre os transportadores que mais se adequam ao projeto em questão, no entanto, não é uma resposta definitiva. A principal diferença entre os transportadores de correntes e os transportadores de rolos é a orientação da paleta relativamente à direção do seu movimento no transportador. Nos transportadores de rolos, a direção da paleta é paralela à direção do movimento, enquanto que nos transportadores de correntes, a direção da paleta é perpendicular à direção do movimento.

Os sistemas de transporte de cargas pesadas podem ser constituídos por diferentes tipos de transportadores ao longo de todo o seu comprimento se assim se mostrar necessário. Por vezes, os desafios impostos pelo projeto de um sistema de transporte podem não ter uma resposta única sendo, que cada desafio, tem de ser respondido com uma solução diferente. Porém, ter num mesmo sistema um número significativo de transportadores diferentes também não é do interesse do projetista, já que pode levar a incoerências que no conjunto acabam por prejudicar o projeto e o próprio sistema.

Vamos agora analisar o transporte de paletes nos vários modelos de trajetória definidos.

6.1 TRANSPORTE DE PALETES – MODELO DE TRAJETÓRIA 1

Como foi definido anteriormente, no capítulo 3, o modelo de trajetória 1 compreende o transporte e cargas num só percurso que pode ser descrito por uma linha. Apesar de este ser o modelo de trajetória mais simples, continuam a existir diversos problemas que necessitam de ser resolvidos. Assim sendo, ao longo deste capítulo vão ser apresentados os diversos problemas que podem surgir no transporte de paletes que segue o primeiro modelo de trajetórias e as respetivas soluções.

Na Figura 6.1, está representado o primeiro modelo de decisão. Neste modelo temos de: em primeiro lugar, escolher qual o modelo de trajetória que melhor se adequa ao caso que está a ser estudado e, depois de escolhido o modelo de trajetória definir qual a problemática que temos a tratar. Depois de detetado qual o problema é necessário seguir as indicações do respetivo fluxograma de forma a chegar à solução que melhor se adequa.

Os vários problemas que podem existir prendem-se com a forma da trajetória, com a forma como as cargas são transportadas ou com as geometrias das cargas que podem ser transportadas.

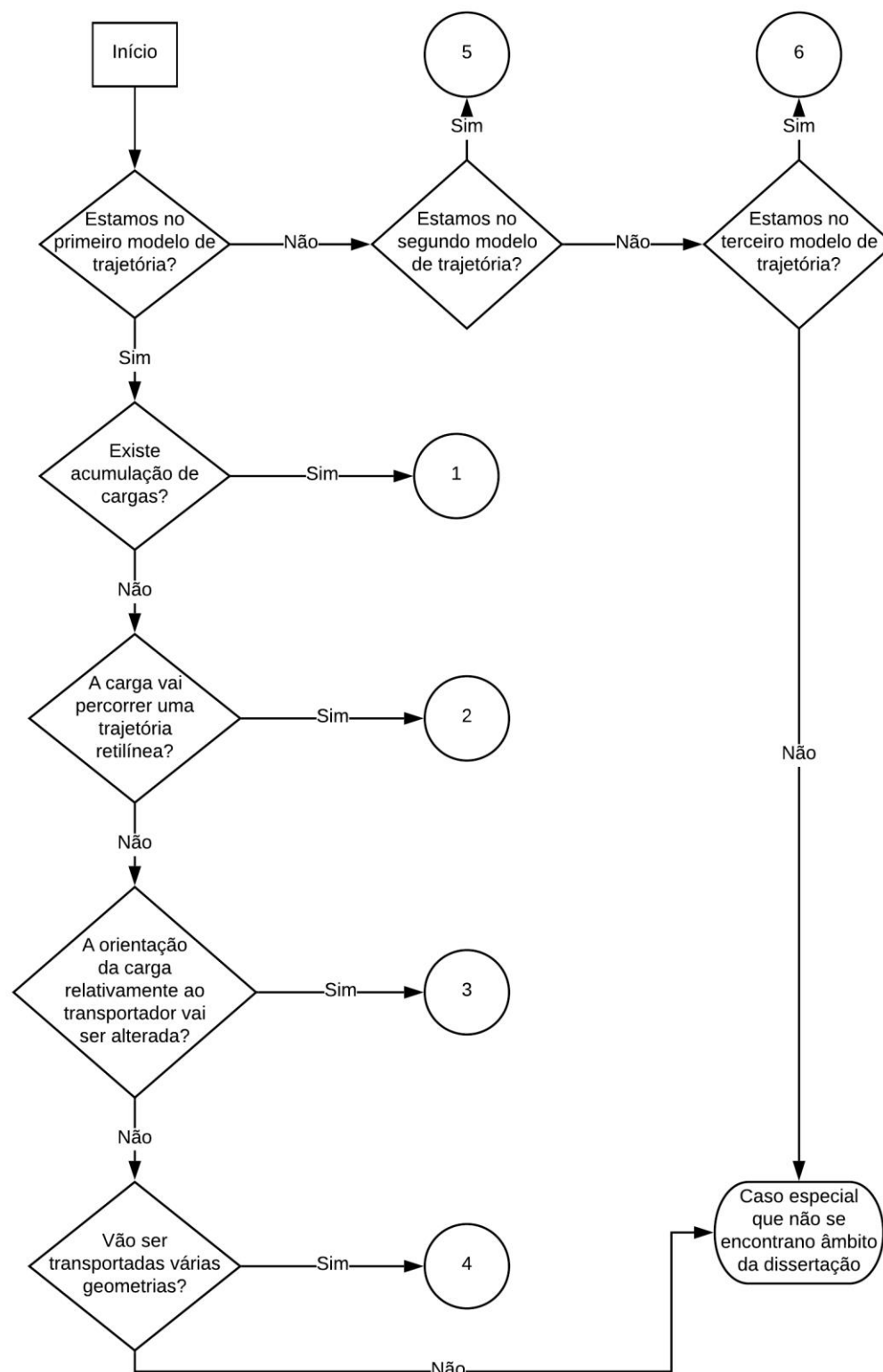


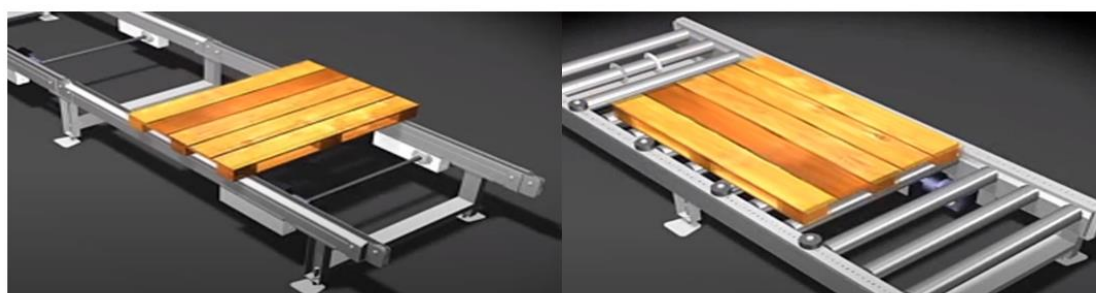
Figura 6.1 - Modelo de decisão inicial

6.1.1 Trajetórias onde existe acumulação de cargas

Para se decidir entre um transportador de rolos ou um transportador de correntes no primeiro modelo de trajetória é necessário analisar essencialmente três parâmetros: o comprimento da trajetória, a direção da carga e se o transportador vai ou não ter acumulação de carga.

A distância percorrida pela carga é importante, pois, do ponto de vista económico os transportadores de correntes são mais adequados a distâncias longas e os transportadores de rolos a distâncias mais curtas.

Relativamente à direção da carga, se os “runners” da paleta forem perpendiculares à direção do movimento da carga, como ilustrado na Figura 6.2 a), devem-se utilizar transportadores de correntes, no entanto se os “runners” forem paralelos à direção do movimento da carga, como ilustrado na Figura 6.2 b) é aconselhada a utilização de transportadores de rolos.



a)

b)

Figura 6.2 - Direção da paleta em diferentes transportadores
a) Transportador de correntes [38] b) Transportador de rolos [39]

A acumulação de carga é a permanência de várias cargas unitárias num mesmo transportador. Quando existe acumulação, é necessário que o transportador tenha a capacidade de aguentar a soma de todas as cargas unitárias que estão sobre ele, e que, posteriormente, tenha a capacidade de mover essas cargas. Na Figura 6.3, está representado o que significa acumulação e não acumulação de cargas.

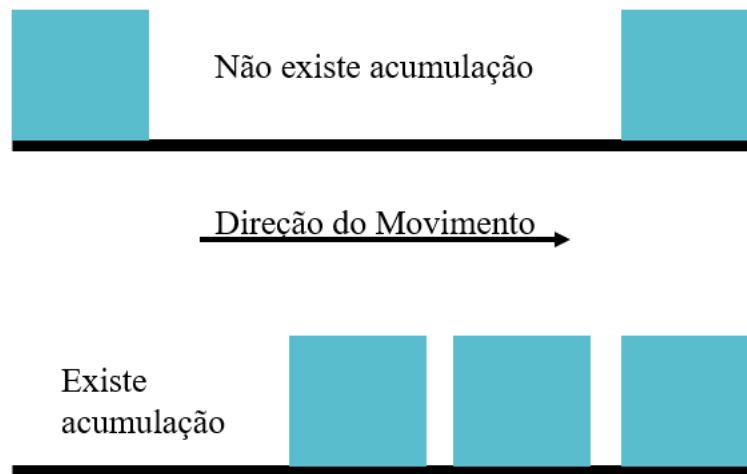


Figura 6.3 - Acumulação e não acumulação de cargas

Tendo estes três parâmetros em mente, torna-se necessária a criação de um modelo de decisão para escolher entre transportadores de rolos e transportadores de correntes, além de, decidir dentro dos transportadores de rolos e transportadores de correntes, qual o tipo adequado a cada situação. Na Figura 6.4, está representado o fluxograma que permite escolher a melhor alternativa para o transporte de cargas onde existe acumulação

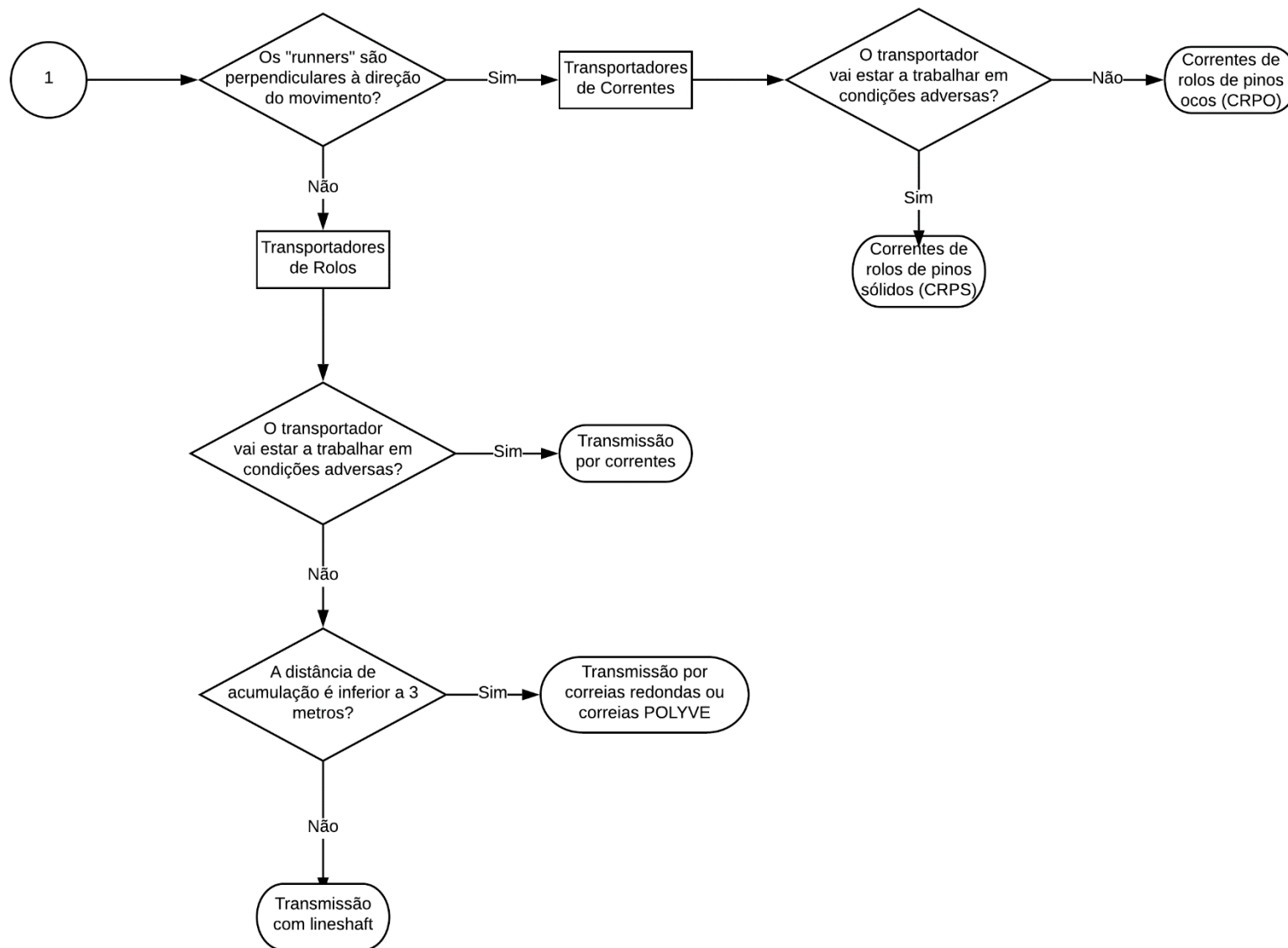


Figura 6.4 - Modelo de decisão 1 - Existência de acumulação

6.1.2 Trajetória em linha reta

Quando a maioria da trajetória é uma linha reta, é necessário ter em conta os mesmos parâmetros abordados no subcapítulo anterior: o comprimento da trajetória e a orientação das paletes quando estas entram no transportador. Neste caso, já não vão ser analisadas as situações onde existe acumulação de cargas.

Nestas trajetórias é necessário ter em atenção se existem ou não curvas na trajetória, apesar de esta problemática ser analisada mais a fundo no subcapítulo 6.1.3, é outro ponto abordado aqui pois pequenas curvas podem aparecer e não sendo elas a maior problemática, é necessário tratá-las tendo em conta o transportador que estava a ser utilizado previamente de forma a existir continuidade no sistema de transporte.

Para fazer o transporte em linha reta são utilizados essencialmente transportadores de rolos e transportadores de correntes, e é necessário perceber que tipos de transportadores de rolos e de correntes devem ser usados, e no caso dos transportadores de rolos, qual o elemento de transmissão que melhor se adequa.

Na Figura 6.5, está representado o modelo de decisão, em forma de fluxograma, que ajuda o projetista a tomar a melhor decisão conforme os desafios que sejam apresentados.

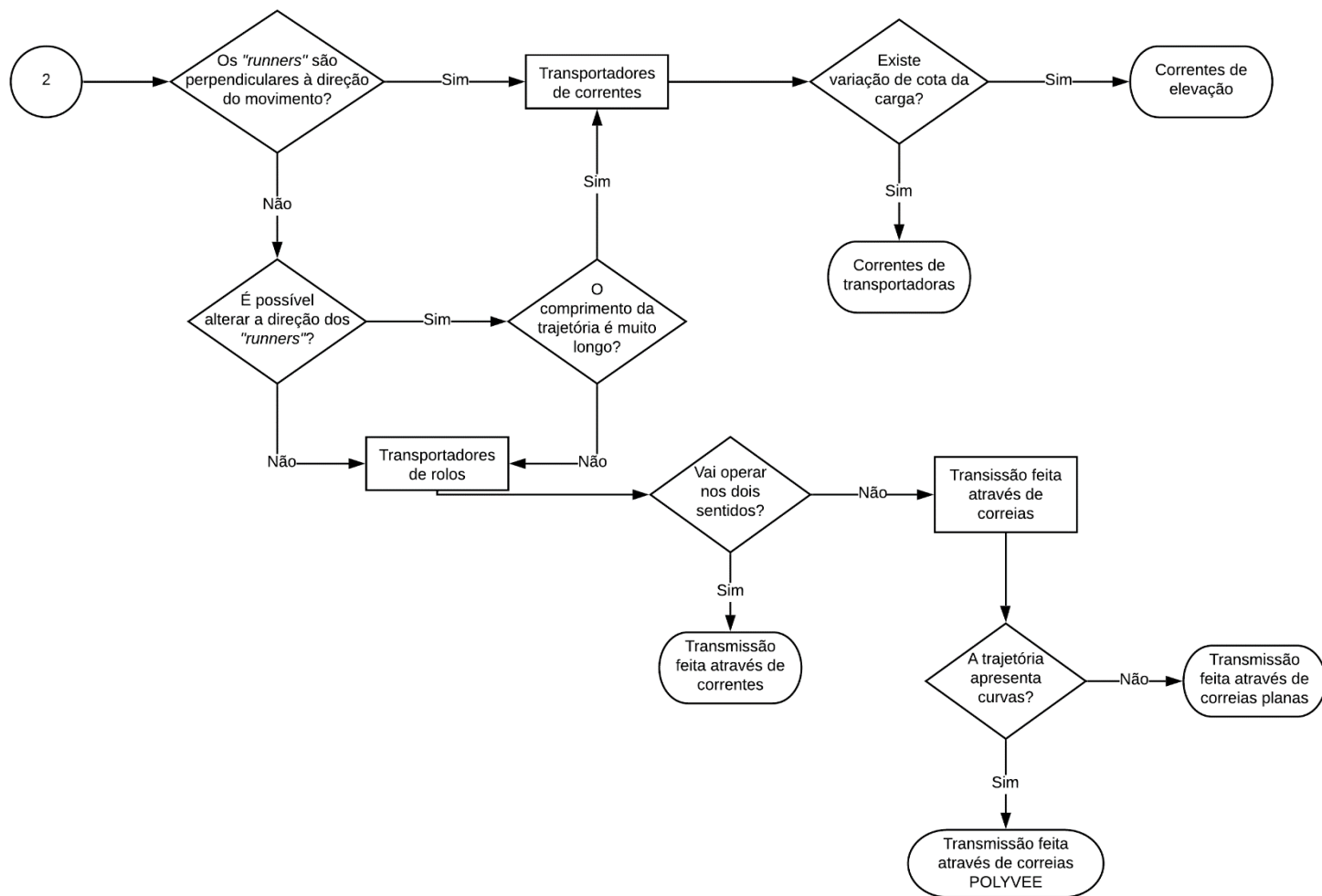


Figura 6.5 - Modelo de decisão 2 - A carga percorre uma linha reta

6.1.3 Sistemas de Transporte Com Mudança de Direção

Analisando o primeiro modelo de trajetória, que consiste numa trajetória onde existe apenas um percurso disponível para as cargas percorrerem, este percurso não é necessariamente retilíneo, o que implica, que podem existir curvas que necessitam de ser feitas. Para fazer essas curvas, existem diversas opções, dependendo da forma da curva.

De preferência, essas curvas devem ser evitadas, mas por vezes, devido às características do local onde o sistema de transporte está inserido, não é possível evitá-las e por isso torna-se necessário arranjar soluções para essas curvas.

1ª Opção – Mesas rotativas

As mesas rotativas são uma solução comum quando existe a necessidade de mudar a direção de uma carga. São um sistema dispendioso quando comparado com outras soluções mas apresentam muitas vantagens, como a fácil integrabilidade das mesmas num sistema de transporte. No capítulo 5 estes sistemas são abordados em pormenor.

As mesas rotativas são uma opção indicada quando a curva que a carga tem de descrever é acentuada (superior a 90°) ou quando existe pouca área disponível para fazer a curva utilizando outros mecanismos.

Uma das características que distingue as mesas rotativas dos restantes mecanismos, são que quando se utiliza a mesa rotativa, a orientação da paleta vai variar da mesma forma que varia a alteração do deslocamento.

2ª Opção – Transportadores de rolos cónicos

Para fazer a mudança de direção da carga é também comum utilizar transportadores de rolos cónicos, no entanto, estes transportadores são mais utilizados quando se realiza o transporte de cargas unitárias ligeiras. Isto acontece, pois devido à geometria da paleta esta não vai conseguir fazer uma rotação completa, sendo que a orientação da paleta em cima do transportador vai alterar-se e pode pôr em risco o transportador e a carga que estiver a ser transportada sobre a paleta.

No capítulo 5, é abordado em pormenor os transportadores de rolos cónicos e a forma como funcionam. Este mecanismo não entra no modelo de decisão que é apresentado, pois a sua utilização está fora do âmbito desta dissertação.

3ª Opção – Unidades de Transferência Ortogonais

As unidades de transferência ortogonais são indicadas para quando a mudança de direção do movimento da carga são 90°. Quando são utilizadas as unidades de transferência ortogonais, a direção da carga relativamente à trajetória permanece constante.

Quando se utiliza uma unidade de transferência ortogonal para fazer a mudança de direção das paletes é necessário ter atenção à direção das cargas, pois se os “runners” inicialmente forem perpendiculares à direção do movimento é necessário que o primeiro transportador com que as paletes têm contacto na unidade de transferência ortogonal sejam as correntes, mas se os

“runners” forem paralelos à direção do movimento, o primeiro transportador com que as paletes têm contacto já deve ser um transportador de rolos.

As unidades de transferência ortogonais são abordadas em pormenor no capítulo 5, onde são apresentados os vários transportadores que podem constituir uma destas unidades.

4ª Opção – Transportador de correntes

Os transportadores de correntes podem ser uma outra solução para fazer curvas numa trajetória. Existem dois grandes grupos de transportadores de correntes, os transportadores de correntes paralelas e os transportadores de correntes modulares.

As vantagens destes mecanismos são: a sua constituição por vários elementos de pequenas dimensões, tornando possível a sua utilização para fazer uma curva. Os transportadores de correntes modulares tal como os transportadores de correntes, podem ser de diversos materiais diferentes. Por essa razão, podem ser constituídos por materiais que permitam fazer a curva.

A maior desvantagem da utilização destes transportadores para fazer curvas é o facto de ocuparem uma grande área. Estes mecanismos são abordados em pormenor no capítulo 5.

Após terem sido apresentadas as várias opções para fazer curvas na trajetória do transporte de cargas unitárias pesadas, torna-se necessária a apresentação de um modelo de decisão que permita ajudar o projetista na escolha da solução mais adequada para a situação que se pretende. Assim sendo, na Figura 6.6 está apresentado o fluxograma que apresenta esse modelo de decisão.

No modelo de decisão apresentado na Figura 6.6, a problemática principal é a mudança de direção da carga, no entanto, o modelo de decisão apresentado incorpora outras problemáticas que possam existir, de forma a ser mais completo e poder responder a um maior número de questões.

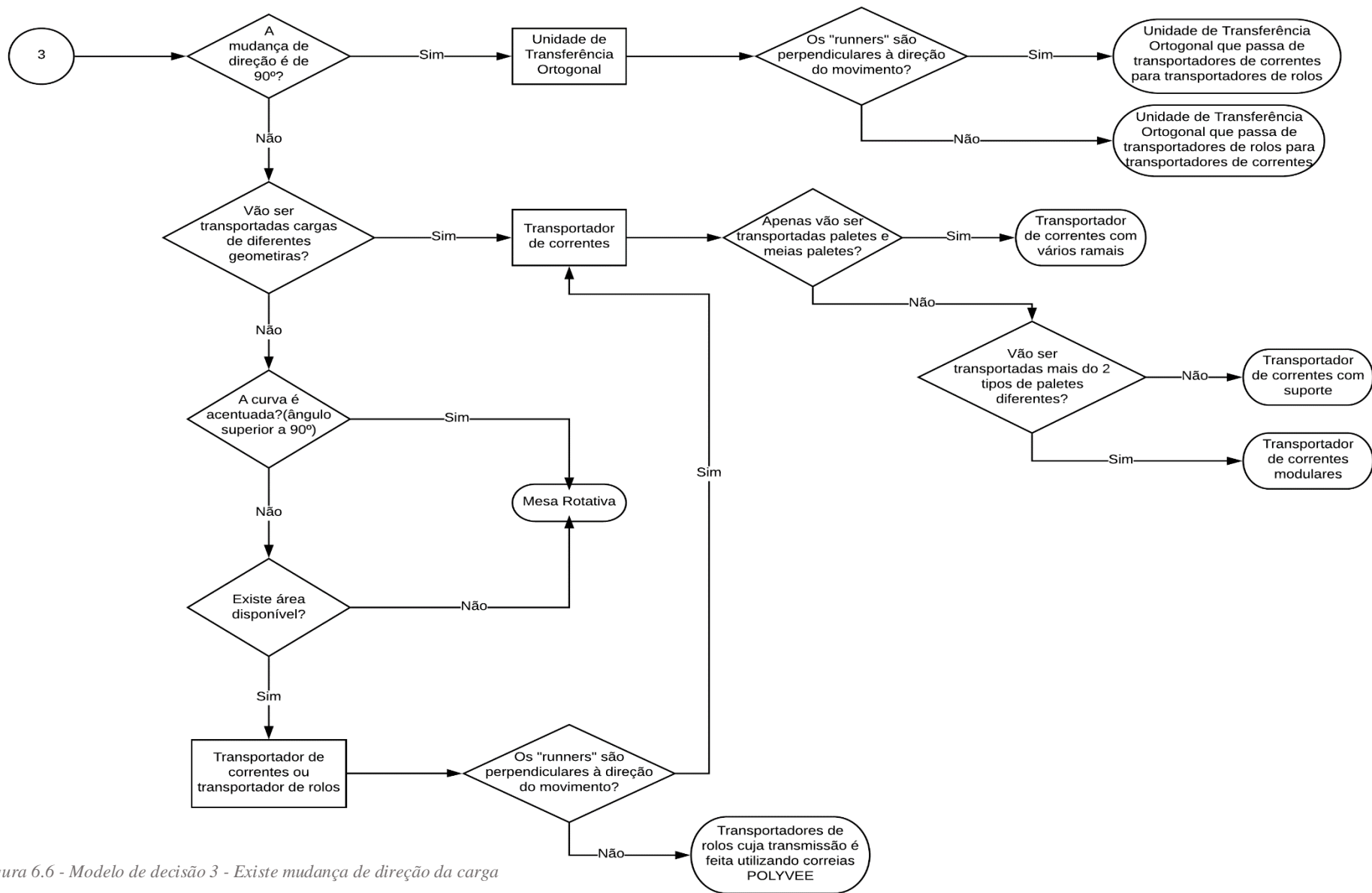


Figura 6.6 - Modelo de decisão 3 - Existe mudança de direção da carga

6.1.4 Sistema de Transporte com Base nas Diferentes Geometrias

Neste capítulo, estão apenas a ser analisados os sistemas de transporte de paletes, mas dentro das paletes existem diversos modelos, o que leva também à existência de diversas opções no que toca aos sistemas e mecanismos de transporte que podem ser utilizados.

1ª Opção – Transportadores de rolos

Utilização de rolos para fazer o transporte de paletes. A escolha do comprimento dos rolos deve ser feita de modo a conseguir transportar a paleta mais larga que for introduzida no sistema de transporte.

Como foi mencionado no capítulo 2, a paleta mais utilizada para o transporte de cargas pesadas é a EPAL2, pois é aquela que tem a base adaptada de forma a tornar o seu transporte mais simples, quando são utilizados tanto transportadores de correntes como transportadores de rolos.

Quando estamos perante diferentes geometrias de paletes, a utilização de rolos tem a vantagem de se poderem utilizar rolos de diversos comprimentos, sendo possível acomodar qualquer tamanho de paleta. No entanto é sempre necessário ter atenção à forma como a paleta vai entrar no sistema, pois a orientação da mesma é determinante quando se decide o transportador a utilizar.

2ª Opção – Transportadores de correntes com suporte

Uma das soluções para fazer o transporte de paletes numa unidade fabril onde as paletes não têm todas as mesmas dimensões, pode ser através da utilização de transportadores de correntes que contenham uma plataforma, de forma a que a carga não tenha de assentar em cima das correntes, podendo ser transportados várias geometrias de carga diferentes, como os apresentados no capítulo 2.

3ª Opção – Transportadores de correntes modulares

Os transportadores de correntes modulares apresentam a vantagem de serem flexíveis e por isso são sempre úteis quando é necessário fazer o transporte de cargas com diversas geometrias onde existem curvas ligeiras.

Este mecanismo foi mencionado no capítulo 5, onde é explicado o seu funcionamento e apresentadas as respetivas vantagens e desvantagens. Também já foi apresentado como solução para outras problemáticas o que demonstra a sua versatilidade.

4ª Opção – Transportadores de correntes com vários ramais

A utilização de transportadores de correntes com vários ramais é indicada quando se transportam apenas dois grupos de paletes diferentes pois, para o projeto dos mesmos é necessário

garantir que a distância entre os vários ramais é mínima e suficiente para garantir que as cargas são suportadas e que o transportador consegue realizar o transporte das paletes.

Tendo sido apresentadas as quatro opções possíveis para fazer o transporte de paletes de geometrias diferentes ao longo de um mesmo transportador, torna-se necessário organizar a informação. Assim sendo, na Figura 6.7 está representado o fluxograma que permite ao projetista escolher qual a melhor opção para a situação que tem presente.

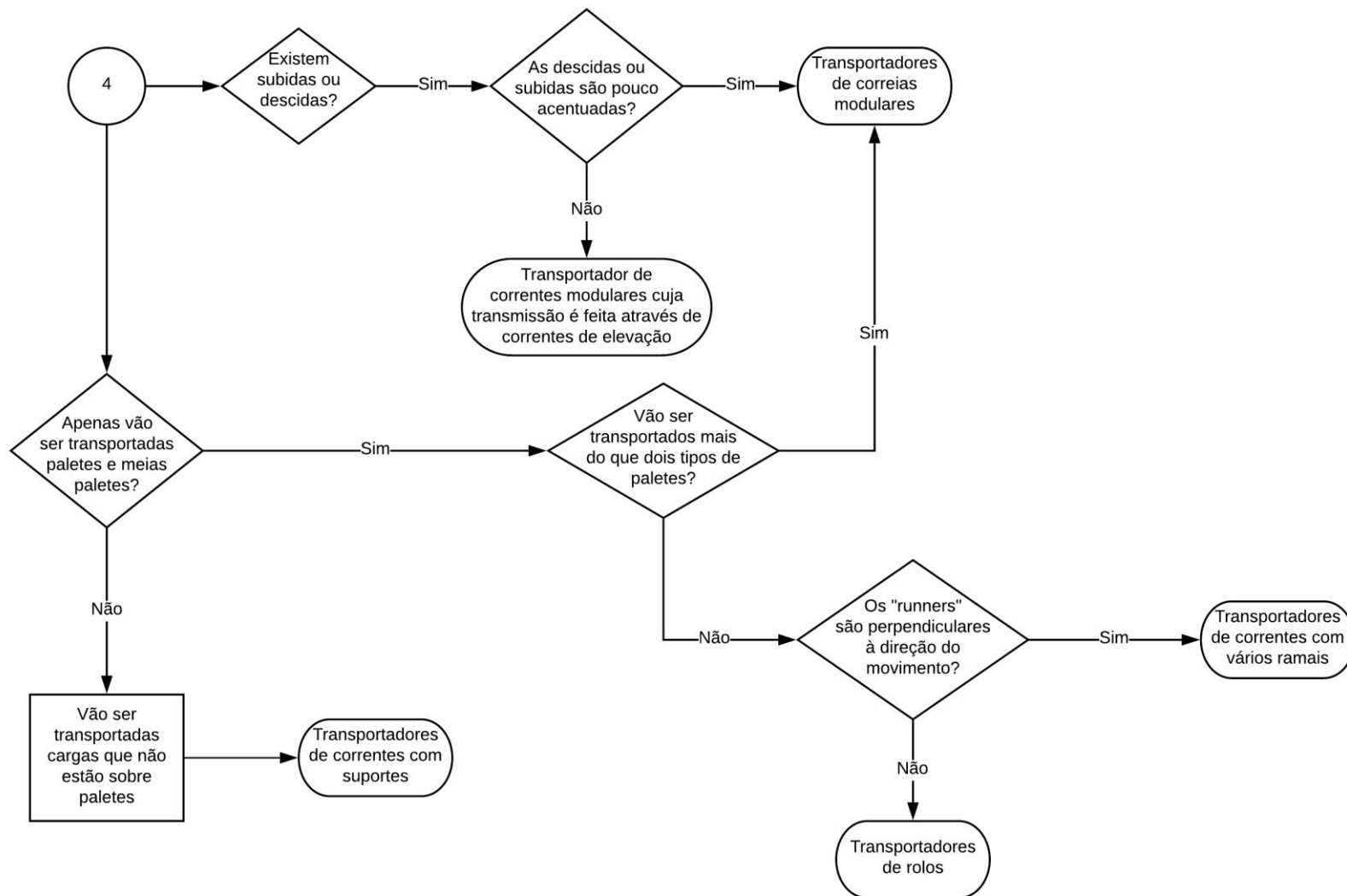


Figura 6.7 - Modelo de decisão 4 - Transporte de diferentes geometrias

6.2 TRANSPORTE DE PALETES – MODELO DE TRAJETÓRIA 2

O transporte de paletes com trajetórias que correspondam ao segundo modelo definido no capítulo 3, apresenta um maior desafio, pois para além das preocupações inerentes ao primeiro modelo de trajetória, junta-se a existência de convergência ou divergência das cargas, sendo que este modelo contempla apenas a existência de uma destas situações.

A divergência e a convergência de cargas apresentam problemas semelhantes e problemas que são típicos de cada uma das situações. Assim sendo, vão ser apresentados os problemas típicos da convergência e da divergência respetivamente, e posteriormente, os problemas que são comuns às duas situações, mais precisamente, as situações típicas de interseção, pois é nas interseções que se verificam a convergência e a divergência de cargas. Para ambas, vão ser apresentados os respetivos sistemas e mecanismos que permitem que exista convergência e divergência de cargas.

O objetivo, ao separar as situações de convergência das situações de divergência é conseguir responder a um maior número de dificuldades e situações possíveis, de forma a que as soluções apresentadas sejam uma mais valia para os projetistas.

O segundo modelo de trajetória, contempla situações de convergência e de divergência de cargas, mas parte do sistema de transporte vai ser semelhante ao apresentado no primeiro modelo de trajetória, pois a convergência e divergência de cargas não é constante ao longo de todo o percurso, tornando-se fundamental a análise de alguns dos problemas apresentados no primeiro modelo de trajetória, de forma a garantir que existe coesão entre todos os transportadores que fazem parte do sistema de transporte. Assim sendo, antes de se analisar as situações de convergência ou divergência o projetista deve analisar o fluxograma da Figura 6.8.

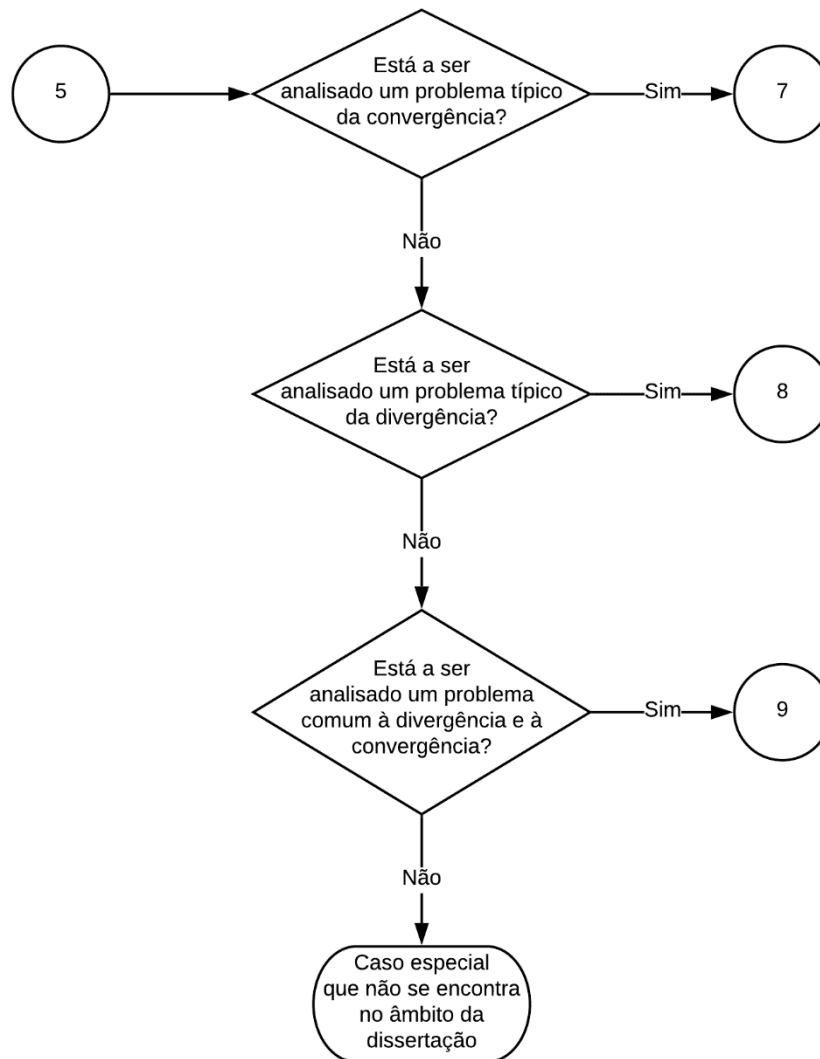


Figura 6.8 - Modelo de decisão 5 - Segundo modelo de trajetória

O fluxograma apresentado na Figura 6.8, remete-nos também para as situações em que estamos a lidar com um problema típico da convergência ou da divergência ou para uma situação onde as soluções são semelhantes tanto para a convergência como para a divergência. As situações típicas de convergência e de divergência são apresentadas nos próximos 2 subcapítulos.

6.2.1 Situações de Convergência

A primeira preocupação a ser tida é se a convergência de cargas é feita de forma faseada, Figura 6.9 a), ou simultaneamente, Figura 6.9 b). A forma como a convergência das cargas é feita vai influenciar os sistemas que devem ser utilizados para garantir que não existe colisão das cargas.

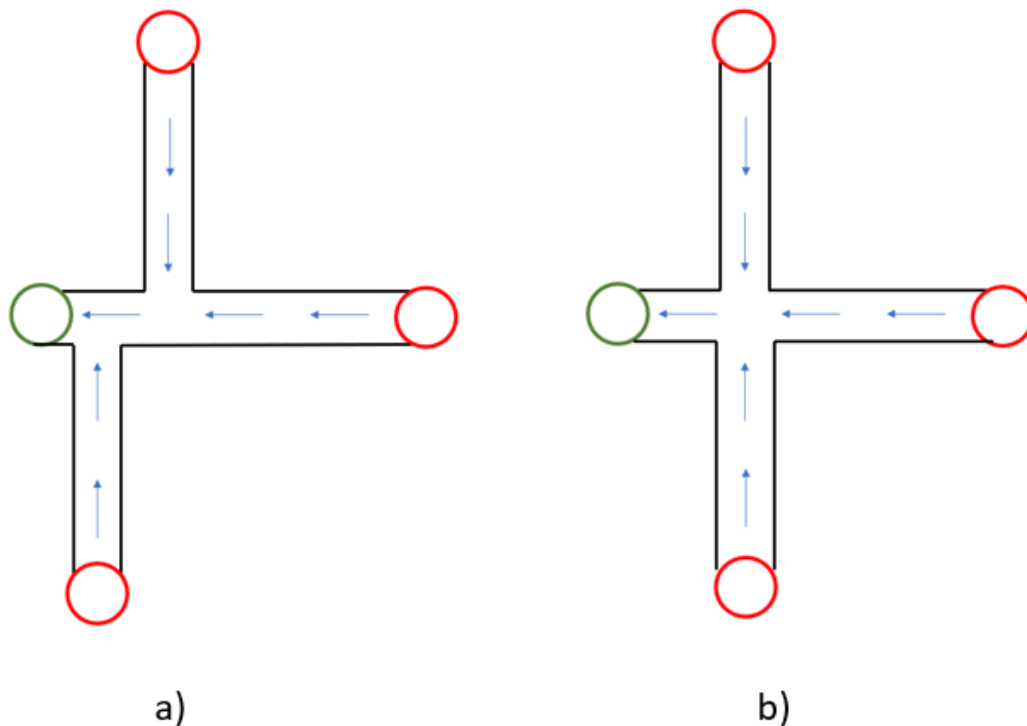


Figura 6.9 - Convergência de cargas
a) Convergência de cargas de forma faseada b) Convergência de cargas simultaneamente

Face à dificuldade que o segundo caso apresenta, Figura 6.9 b) este deve ser evitado, por ser mais complicado garantir que não existe a colisão de cargas. Assim sendo, sempre que possível deve-se evitar que as cargas convirjam de vários braços do sistema de transporte simultaneamente para o braço principal. Por vezes, devido a fatores externos, não é possível evitar, pelo que, é necessário arranjar alternativas também para estas situações.

O principal problema da convergência de cargas é o facto de poder haver colisão entre as mesmas. Esta problemática pode ser tratada de duas formas diferentes, a primeira é utilizando apenas soluções de origem mecânica, controlando as velocidades ou criando barreiras. A segunda implica recorrer a sistemas elétricos e eletrónicos, de forma a haver um maior controlo sobre cargas, sendo que os sistemas elétricos utilizados vão estar sempre ligados a sistemas mecânicos, pois só assim é possível garantir que não existe colisão de cargas, de forma a não comprometer a integridade das cargas, do sistema e dos trabalhadores que possam estar perto do sistema.

Uma das formas de garantir que não existe colisão das cargas é através do controlo de velocidades do sistema de transporte que estiver a ser utilizado. Para fazer este controlo de velocidade é necessário que os sistemas de transporte escolhidos permitam fazer este controlo. Este controlo de velocidades pode ter várias vertentes, o primeiro pode consistir na criação de uma cadência de cargas que permita que as cargas não choquem, garantindo assim que há um fluxo contínuo no transporte. Porém a criação deste fluxo contínuo implica também que as cargas sejam sempre debitadas no sistema de transporte com a mesma frequência, a forma como as cargas são introduzidas no sistema de transporte vai ser abordada no capítulo 9.

O problema da colisão de cargas existe principalmente em sistemas que estão todos conectados, ou seja, que a carga segue sempre em cima de um mesmo transportador, existindo assim uma linha contínua.

Outra forma de garantir que não existem choques entre as cargas é através de barreiras físicas. As barreiras vão impedir que as cargas que estão num dos braços do sistema de transporte avancem para o outro. O controlo destas barreiras físicas pode ser manual ou através de sensores.

Consequentemente, vão ser apresentadas várias opções de sistemas e mecanismos mecânicos e elétricos que permitem ultrapassar as dificuldades encontradas.

1ª Opção - Controlar a Velocidade Dos vários Sistemas

Como foi referido anteriormente, uma das formas de garantir que não existe colisão entre as cargas é controlando a velocidades dos diferentes braços do sistema de forma a garantir que as cargas entram intercaladas no sistema, conforme a Figura 6.10.

Para este controlo de velocidade ser possível, é necessário que a taxa de deposição (número de cargas depositadas por unidade de tempo) seja constante, o que por vezes pode apresentar um desafio.

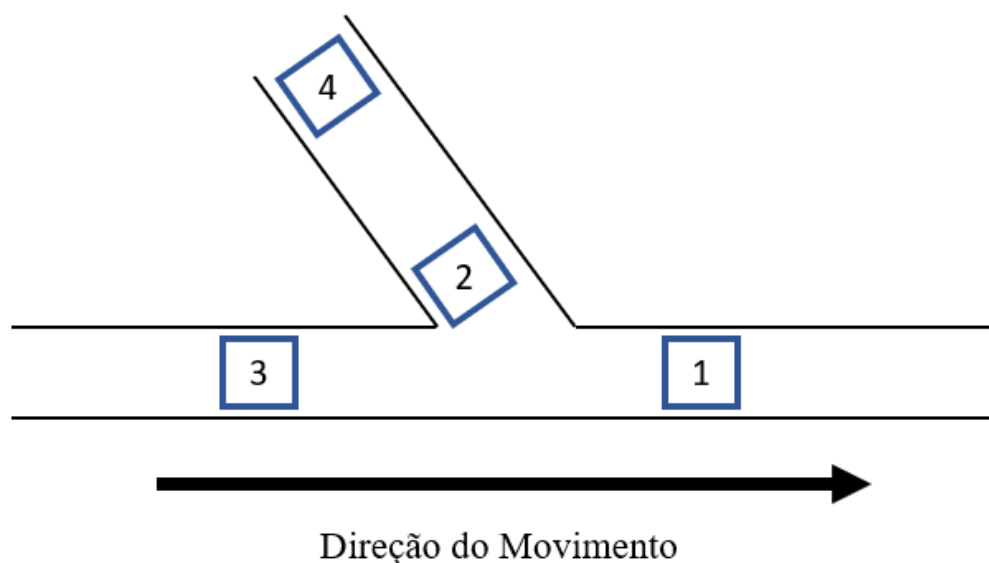


Figura 6.10 - Cargas intercaladas a entrar no sistema de transporte

O objetivo desta opção é que apenas com o controlo das velocidades dos dois braços, ou mais braços, se for o caso, garantir que não existem colisões de cargas.

2ª Opção – Controlo da passagem das cargas

Uma outra forma de garantir que não existe colisão das cargas é controlando se existe ou não a presença de cargas no ramo para o qual as cargas estão a convergir. Esse controlo pode ser realizado de duas formas distintas: a primeira, sem recurso a sensores, é estando um trabalhador a controlar as cargas; a segunda, prende-se com a utilização de sensores de presença ou de

movimento. No capítulo 9, vão ser abordados os vários tipos de sensores existentes e a sua aplicabilidade.

Em qualquer uma das formas de controlo, é necessário que as cargas depois de recebido o sinal de que não é seguro passar, parem. Esta paragem pode ser feita de duas formas, através da paragem do motor que controla as paletes do ramo secundário, ou através de um travão, que vai parar as cargas, apesar de o sistema de transporte continuar a trabalhar.

Estes “travões” podem ser diversos sistemas mecânicos, dependendo das necessidades e configuração do sistema e das cargas que este transporta.

A escolha entre a utilização de travões ou a paragem de um motor prende-se com diferentes factos, sendo que a primeira opção apresenta mais vantagens relativamente à segunda. A paragem de um motor pode ter várias implicações para a cadência de transporte do sistema, pois, uma vez que se tratam de cargas unitárias pesadas, não é possível que o sistema trave repentinamente ou que inicie o movimento com uma rápida aceleração, tendo em conta que estes dois movimentos, podem provocar o desequilíbrio da carga, comprometendo assim a integridade da carga, do sistema e de todos os envolventes. Por outro lado, a constante paragem e recomeço, do funcionamento de um motor vai requerer um motor que consiga satisfazer esta necessidade, pelo que vai ter maiores custos e vai ser necessária uma maior manutenção e cuidado. Para minimizar os efeitos nefastos das paragens e dos arranques frequentes, podem utilizar-se suavizadores de arranque ou conversores de frequência eletrónicos na alimentação de energia elétrica aos motores.

Suavizadores de arranque são dispositivos elétricos que têm como objetivo controlar a tensão de arranque de motores de corrente alternada trifásicos. [40] Estes dispositivos vão também prolongar a vida dos motores, pois vão controlar a aplicação de corrente durante a aceleração e desaceleração do transportador. [41]

A utilização destes dispositivos é comum nos transportadores, sendo que apresenta algumas vantagens:

- Arranque e paragem suaves sem existência de choques entre as cargas;
- Bom arranque, mesmo com a carga inicial sobre o transportador;
- Ciclo de vida elevado.

No caso dos transportadores de cargas unitárias pesadas, é necessária a utilização de um suavizador com três fases. [41]

Outra forma de bloquear a passagem de cargas de um braço do sistema de transporte para o outro pode ser com a utilização de um travão. Existem dois grupos de travões que podem ser utilizados, os travões fixos e os travões pneumáticos. No transporte de cargas pesadas apenas se utilizam os travões fixos, pois só estes suportam esforços superiores a 500 kgf. este valor é meramente indicativo, uma vez que estes mecanismos podem ser encomendados e ter propriedades diferentes, conforme o fabricante.

Na Figura 6.11, está representado um destes travões, e no anexo L, está a ficha técnica do travão, onde verificamos que este suporta esforços até aos 1500 kgf, apesar de ser apenas um exemplo de travão, a ordem de grandeza dos valores de carga que a maioria dos travões fixos suporta é a mesma.

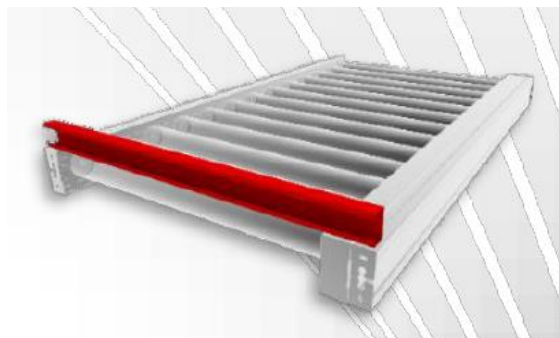


Figura 6.11 - Travão fixo para transportadores de rolos [31]

Este travão fixo vai fazer com que a paleta pare imediatamente quando atinge este ponto. Na Figura 6.12, está representado um travão pneumático que apenas pode ser utilizado para paletes que não transportem carga, pois a carga máxima que tipo de travões suporta são 35 kgf, no anexo M está representa a informação técnica deste mecanismo. É necessário ter em atenção que aqui são apresentados alguns exemplos de mecanismos. Existe sempre a possibilidade de mandar fazer por encomenda um determinado mecanismo, com requisitos diferentes, sendo assim possível ter travões deste tipo com características diferentes.

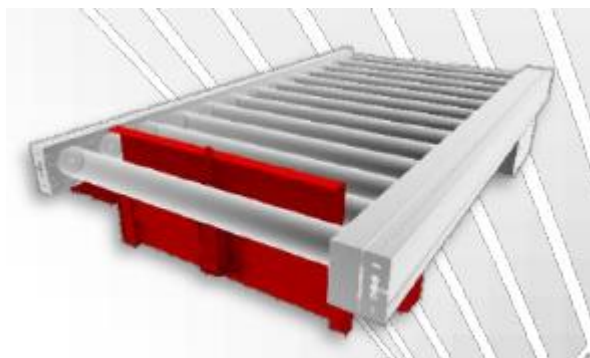


Figura 6.12 - Travão pneumático para transportadores de rolos [31]

O sistema representado na Figura 6.12, tem um funcionamento muito simples. Inicialmente, o travão está para baixo, permitindo que as cargas que circulam sobre os transportadores de rolos passem. De seguida, o travão através de um sistema pneumático sobe para impedir a passagem das paletes e posteriormente volta a descer.

Os dois modelos de travões apresentados são válidos apenas para transportadores de rolos, na Figura 6.13, está representado o travão fixo que pode ser utilizado quando as paletes se deslocam em transportadores de correntes, tal como acontecia para os transportadores de rolos, a carga máxima que o travão fixo de transportadores suporta são 1500 kgf. Também existe um

travão pneumático para transportadores de correntes, mas esse travão apenas suporta cargas até 35 kgf que corresponde a paletes vazias. No anexo N, estão as especificações técnicas do travão fixo para correntes. O princípio de funcionamento é igual para os travões de rolos e de correntes.

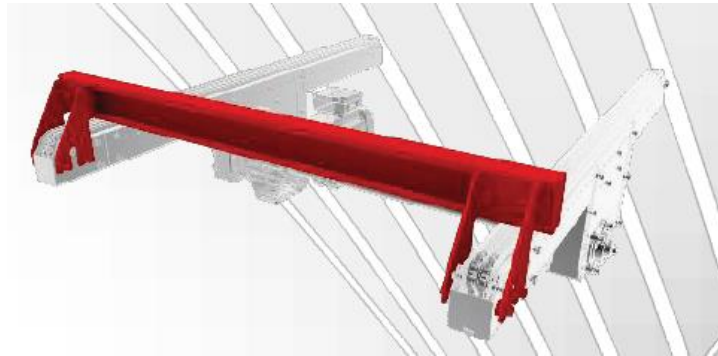


Figura 6.13 - Travão fixo para transportador de correntes [31]

Na Figura 6.14, está representado o modelo de decisão que ajuda a definir qual a melhor solução quando se está apenas a lidar com a problemática da colisão de cargas, quando associada à convergência de cargas unitárias pesadas.

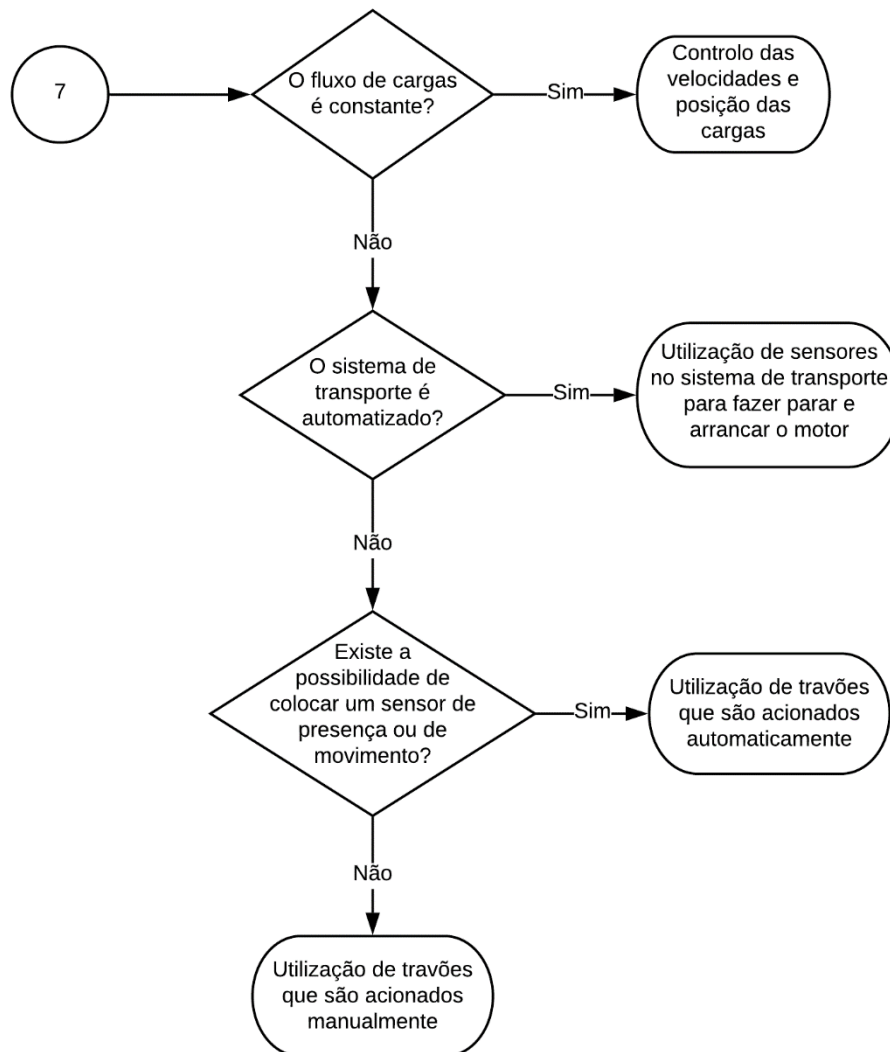


Figura 6.14 - Modelo de decisão 7 - Convergência de cargas

6.2.2 Situação de Divergência

Quando estamos a analisar uma situação onde existe divergência de cargas a maior problemáticas prende-se com o facto de ser necessário garantir que as cargas divergem para o local que lhes corresponde. A forma como as cargas vão divergir está dependente do critério de divergência, e se a divergência é faseada, caso exemplificado na Figura 6.15 a) ou simultânea, caso apresentado na Figura 6.15 b). Nas situações de divergência ao contrário do que acontece nas situações de convergência existe a necessidade de controlar a carga, ou seja, é necessário saber o destino da carga e onde ela se encontra.

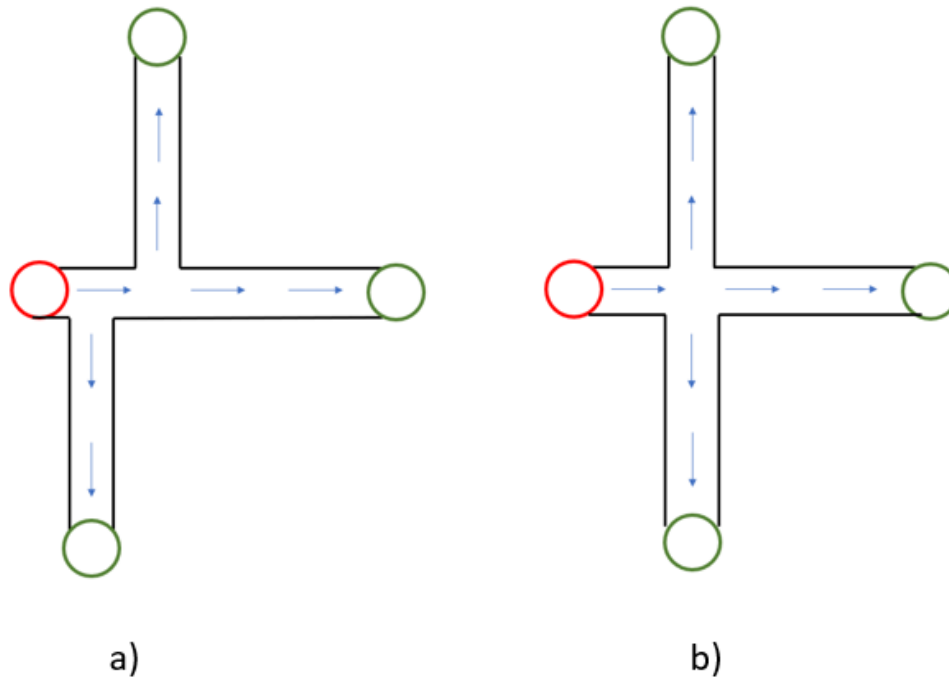


Figura 6.15 - Divergência de cargas
a) Divergência de cargas faseada b) Divergência de cargas simultânea

Nas situações de divergência, podem existir vantagens na divergência de cargas simultânea, pois permite que apenas haja uma paragem para analisar as cargas, e que a partir desse ponto elas possam divergir para os seus caminhos. Por outro lado, se a divergência for faseada, existe a necessidade de garantir que numa mesma paragem, exista uma análise, que permita garantir o percurso das cargas nos restantes pontos de divergência.

Os fatores de divergência podem ser por exemplo o peso da carga, a forma, ou as cargas podem ter simplesmente um curso pré-definido que pode depender de fatores externos ao sistema de transporte. Por exemplo, nas zonas de logística, podemos ter cargas que não diferem umas das outras, mas que têm de seguir percursos diferentes para eventual expedição.

Estas situações de divergência são encontradas em várias fases do processo de transporte de cargas, sendo que uma das fases onde existe sempre divergência de cargas, quer seja através de um sistema de transporte ou manualmente, é na fase de controlo de carga, sendo que nessa fase se vai determinar se a carga continua para o seu destino ou se diverge para fora do sistema de transporte, para se proceder ao controlo da mesma.

Assim sendo, para analisar as situações de divergência e de controlo das cargas é necessário analisar diversos cenários de forma a perceber qual a forma mais adequada a cada situação. Assim sendo, vão ser consideradas as seguintes situações:

- Divergência de cargas devido ao peso;
- Divergência de cargas devido a um curso pré-definido;
- Divergência de cargas devido às dimensões das mesmas.

Apesar de existirem diversas situações onde pode existir a divergência de cargas, o que se altera entre cada um desses casos são os acessórios de sistema de transporte que devem ser incluídos de forma a facilitar a divergência de cargas. As interseções que os vários critérios de divergência apresentam são as apresentadas neste capítulo, e vão ter influência na escolha do transportador.

O que todas as situações de divergência de cargas têm em comum é a necessidade de controlar as cargas, este controlo vai ser feito através da utilização de sensores e outros equipamentos, os vários tipos de acessórios vão ser abordados mais à frente, no capítulo 9.

Divergência de cargas devido ao peso

Quando o fator de divergências das cargas é o peso das mesmas, é necessária a existência de uma balança, de forma a poder fazer-se a seleção das cargas que fluem num sentido ou noutro. Os equipamentos que podem ser utilizados para fazer esta pesagem são apresentados no capítulo 9.

Após ser feita esta pesagem, e com base no resultado as cargas vão divergir. A divergência pode ser acionada de duas formas, automática ou manual. A primeira, necessita que a balança esteja ligada ao sistema de transporte e que exista um sistema que ao reconhecer o peso tome a decisão sobre o caminho da carga. A segunda, exige a presença de um operador, para ler os resultados da balança e encaminhar a carga para o local correto.

Independentemente da forma como a divergência é acionada, é necessário um mecanismo que possa fazer essa divergência.

Quando se trata da divergência de cargas devido ao seu peso existem três conclusões possíveis para a leitura do peso:

1. A carga está acima do limite máximo de peso definido;
2. A carga está dentro dos limites de peso definidos;
3. A carga está abaixo dos limites de peso definidos.

Dependendo dos critérios e da fase do transporte em que a carga se encontra, todas as conclusões acima mencionadas podem ter relevância ou não.

No caso de todos os critérios acima terem relevância para o transporte da carga, a mesma pode seguir três percursos diferentes após a sua saída da balança.

Na Figura 6.16, está ilustrada a situação em que após a pesagem a carga pode seguir três direções diferentes.

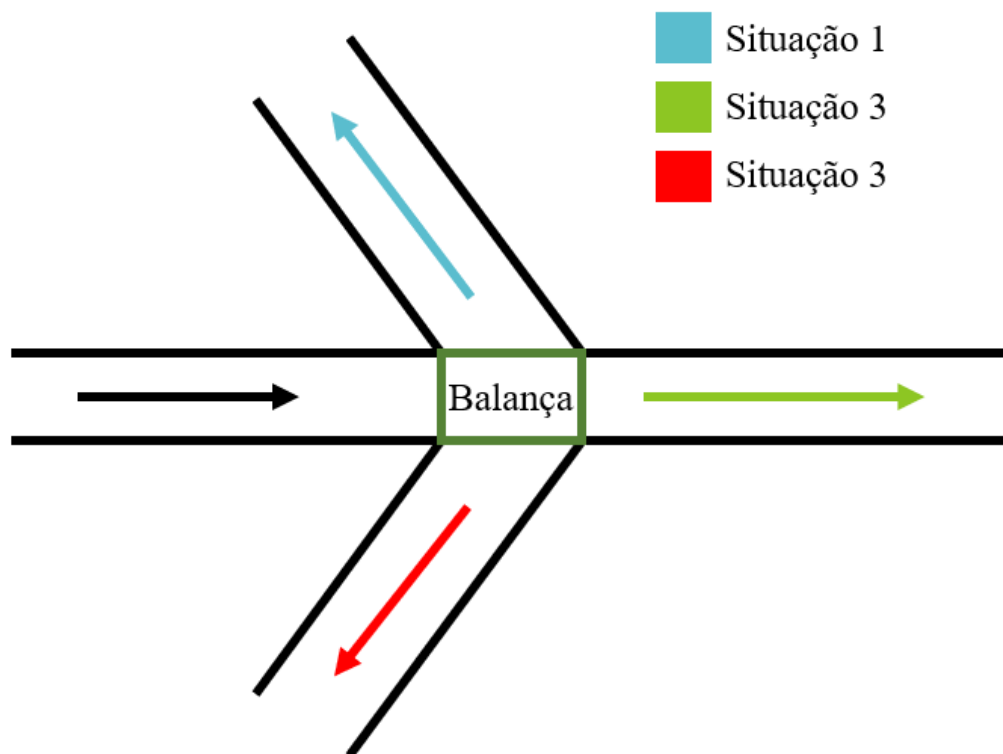


Figura 6.16 - Direções que a carga pode seguir após a pesagem

A Figura 6.16, representa apenas uma forma de ligar os quatro braços do sistema de transporte. A forma como esta ligação é feita vai influenciar os mecanismos a utilizar. Nem sempre os braços por onde vai seguir a carga estão fisicamente ligados à balança, e consoante a forma como isto acontece vão existir diferentes mecanismos.

A escolha do mecanismo a utilizar vai depender da forma como se dá a interseção.

Divergência de cargas devido a um percurso pré-definido

Cargas com um percurso pré-definido, são cargas que podem ou não ser semelhantes, e cujo critério de divergência se baseia apenas no percurso que foi previamente decidido que elas tinham de fazer.

Assim sendo, torna-se necessário fazer a identificação das cargas antes de elas divergirem. As cargas podem ser identificadas através de um código de barras ou de algum outro elemento pertencente à mesma família, e que permita que um sensor consiga ler a informação relativa à carga e assim, definir a sua trajetória.

Outra forma de identificar as cargas pode ser através do local onde estão. O método de identificação das cargas vai influenciar na escolha do mecanismo que vai ser utilizado para fazer esta divergência.

Divergências de cargas devido às sua geometria

A divergência de cargas devido à sua geometria, pode dar-se por várias razões, sendo que uma delas é a segurança do sistema. Havendo a necessidade de garantir que as cargas que passam para uma determinada parte do sistema de transporte não o vão comprometer.

Para fazer a divergência de cargas devido à sua geometria é necessário, em primeiro lugar, decidir os parâmetros que vão ser utilizados. Na Figura 6.17, estão identificados os três parâmetros.

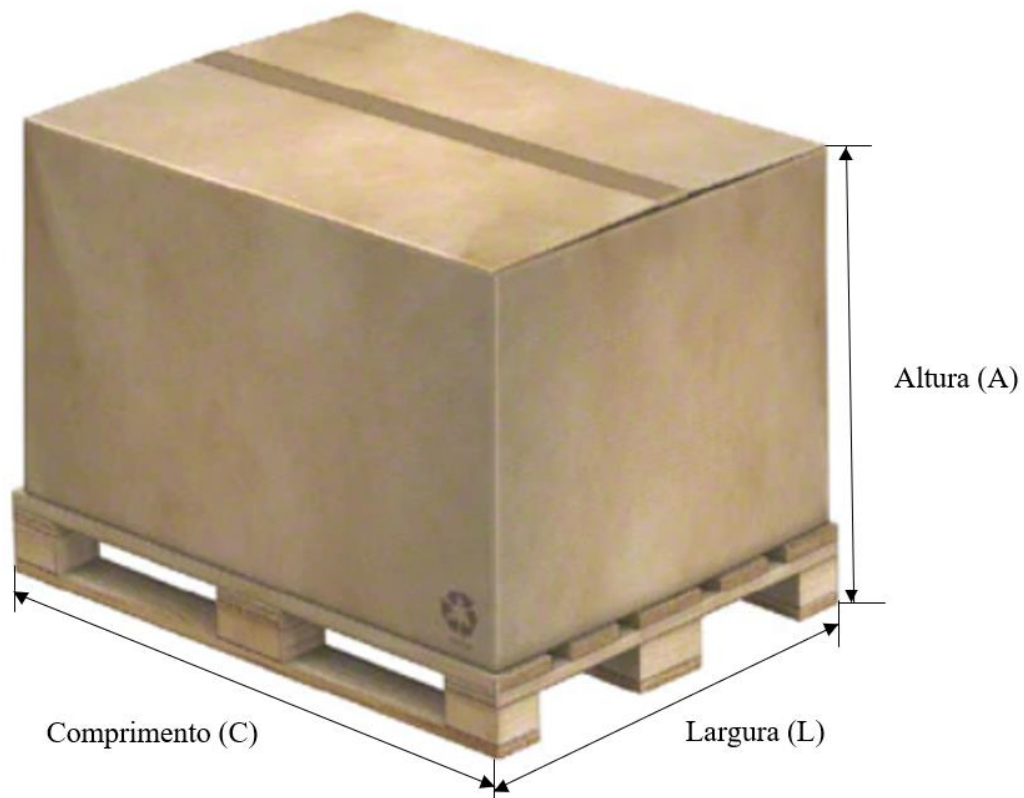


Figura 6.17 - Parâmetros para a divergência com base na geometria adaptado de [42]

Após definidos os parâmetros que vão dar origem à divergência é necessário arranjar mecanismos que analisem esses parâmetros e possam informar o sistema de transporte sobre a trajetória que a carga tem de seguir.

6.2.3 Situações de Divergência e Convergência de Cargas

Ao longo deste subcapítulo vão ser apresentados os mecanismos que permitem efetivamente fazer a convergência e a divergência de cargas. Assim sendo, vai ser considerado que no caso de existir convergência de cargas, a problemática das colisões das cargas vai ser resolvida com uma das opções apresentadas neste capítulo, e no caso de existir divergência de cargas, a problemática vai ser resolvida utilizando uma das opções apresentadas mais à frente.

Neste capítulo vão ser apresentadas seis situações típicas de divergência e convergência de cargas e os mecanismos que podem ser utilizados para responder às necessidades. Estas situações típicas são pontos de interseção de diversos ramos do sistema de transporte.

Na Figura 6.18, está representado o fluxograma que permite ao projetista saber o que fazer em cada uma das situações típicas da divergência mencionadas.

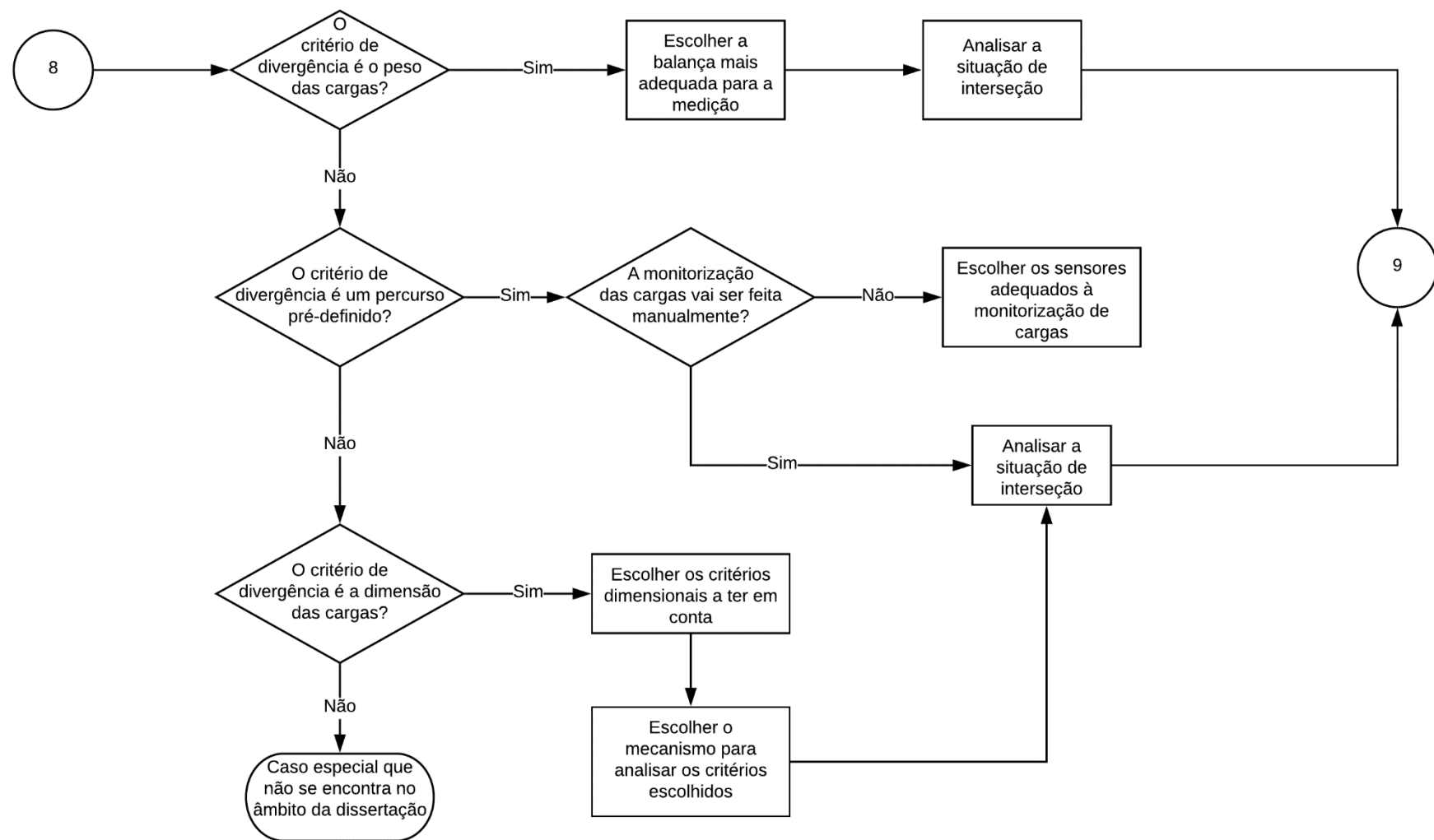


Figura 6.18 - Modelo de Decisão 8 - Situação típica da divergência

Depois de estarem definidas as situações típicas, o primeiro passo é selecionar qual das situações se aplica ao caso em estudo. Na Figura 6.19, está o modelo de decisão que permite escolher qual a situação que está a ser estudada. Se numa mesma trajetória existir mais do que uma das situações descritas, deve-se analisar cada situação em separado, percorrendo as vezes que forem necessárias o fluxograma.

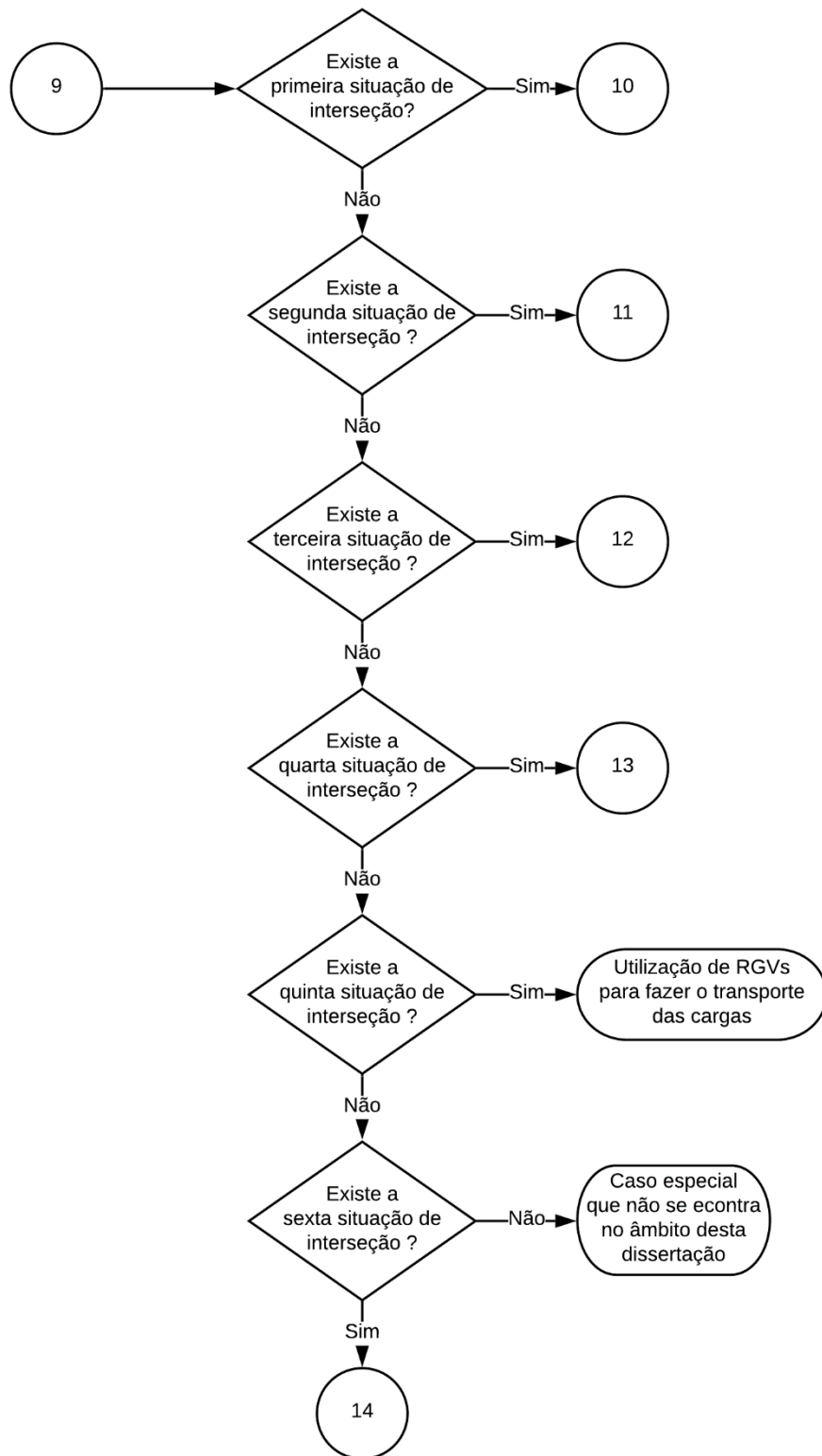


Figura 6.19 - Modelo de decisão 9 - Escolha da situação de interseção

Primeira Situação de Interseção

A primeira situação de interseção é aquela que está representada na Figura 6.20 a) e na Figura 6.20 b), sendo que na primeira é apresentado o caso da convergência, e na segunda, o caso da divergência. A particularidade desta interseção é que os vários ramos do sistema de transporte são perpendiculares a um ramo principal. Em ambos os casos a interseção é faseada, ou seja, no caso da convergência, a carga só tem um percurso que pode seguir, enquanto que no caso da divergência, quando a carga chega a um ponto de interseção apenas tem duas opções, seguir no mesmo curso ou divergir, sendo que corresponde apenas à interseção de dois ramos.

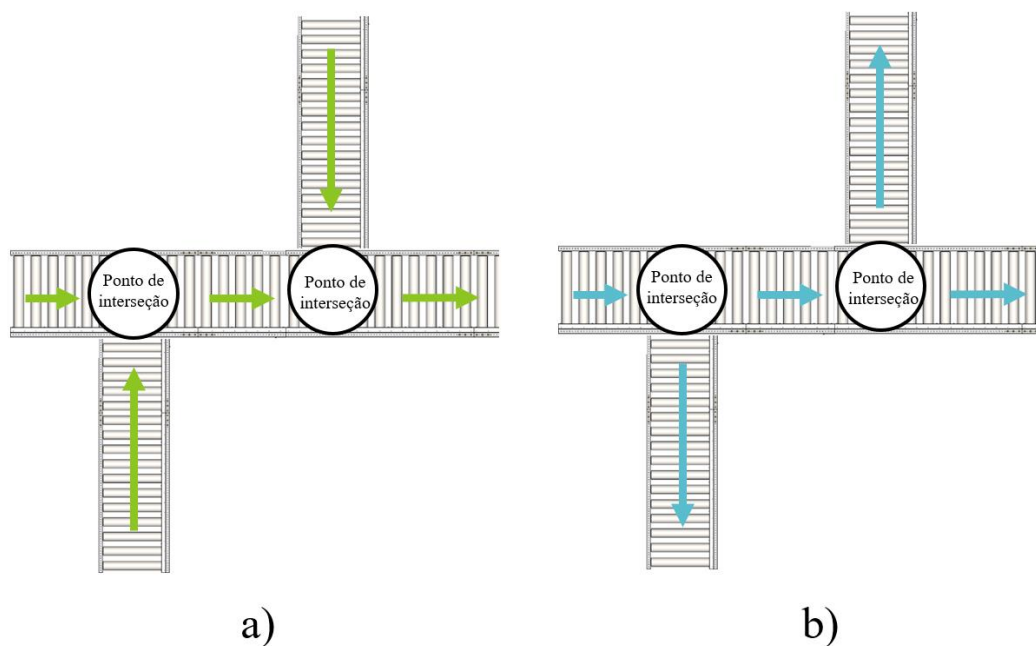


Figura 6.20 - Primeira situação de interseção
a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas

Nestes pontos de interseção podem estar dois mecanismos diferentes, as unidades de transferência ortogonais ou as mesas rotativas. Neste caso existem dois critérios que são necessários ter em conta antes de se fazer a escolha do mecanismo:

1. Quais os transportadores que estão a ser utilizados nos vários ramos do sistema de transporte;
2. É necessário que a posição das paletes relativamente à direção do movimento se mantenha ou se altere.

Relativamente ao primeiro critério apresentado, quando se utilizam mesas rotativas, é necessário que o transportador dos vários ramos seja o mesmo, pois a única função da mesa rotativa, é rodar, logo, não vai permitir a mudança de transportador. No caso das unidades de transferência ortogonais, estas permitem que existam dois tipos de transportadores diferentes, sendo que a maioria das unidades de transferência ortogonais são constituídas por grupos de transportadores diferentes, facilitando a mudança de direção da paleta.

Relativamente ao segundo critério, quando se utilizam mesas rotativas, a posição da paleta relativamente à direção do movimento não se altera, pois por norma, as mesas rotativas são constituídas por apenas um transportador, e quando a paleta entra dentro da mesa rotativa, esta relativamente à mesma não vai sofrer alteração da posição, sendo que é a mesa que vai fazer a rotação da paleta, de forma a levá-la para o outro ramo do sistema de transporte. Quando se utilizam unidades de transferência ortogonais, a posição da paleta relativamente à direção do movimento vai ser alterada, pois é comum nas mesas rotativas existirem dois tipos diferentes de transportadores, e a posição da paleta varia de transportador para transportador (no capítulo 6 é explicada qual a posição que a paleta deve ter quando transportada por diferentes tipos de transportadores).

No caso de os diversos ramos do sistema de transporte não estarem na mesma cota, é possível utilizar acessórios que permitam a mudança de cota do mecanismo responsável pela mudança de direção. Pode ser utilizado um sistema de pernas de tesoura juntamente com um sistema pneumático ou qualquer outro mecanismo, que permita que quer as mesas rotativas quer as unidades de transferência ortogonais consigam fazer a mudança de cota. Este pormenor não é contemplado no modelo de decisão apresentado na Figura 6.21, por se tratar de um caso especial, que deve ser abordado individualmente.

Apesar de as situações de convergência e divergência apresentarem desafios diferentes, os sistemas apresentados como opção para esta situação de interseção podem ser facilmente adaptados para cada um dos casos. Um mesmo mecanismo num só sistema de transporte pode fazer convergência e divergência de cargas, sendo que apenas precisa de ser adaptado.

A Figura 6.21, representa o modelo de decisão que permite escolher a melhor opção para esta primeira situação de interseção e que permite também selecionar qual é a situação de interseção em que o caso em estudo se insere.

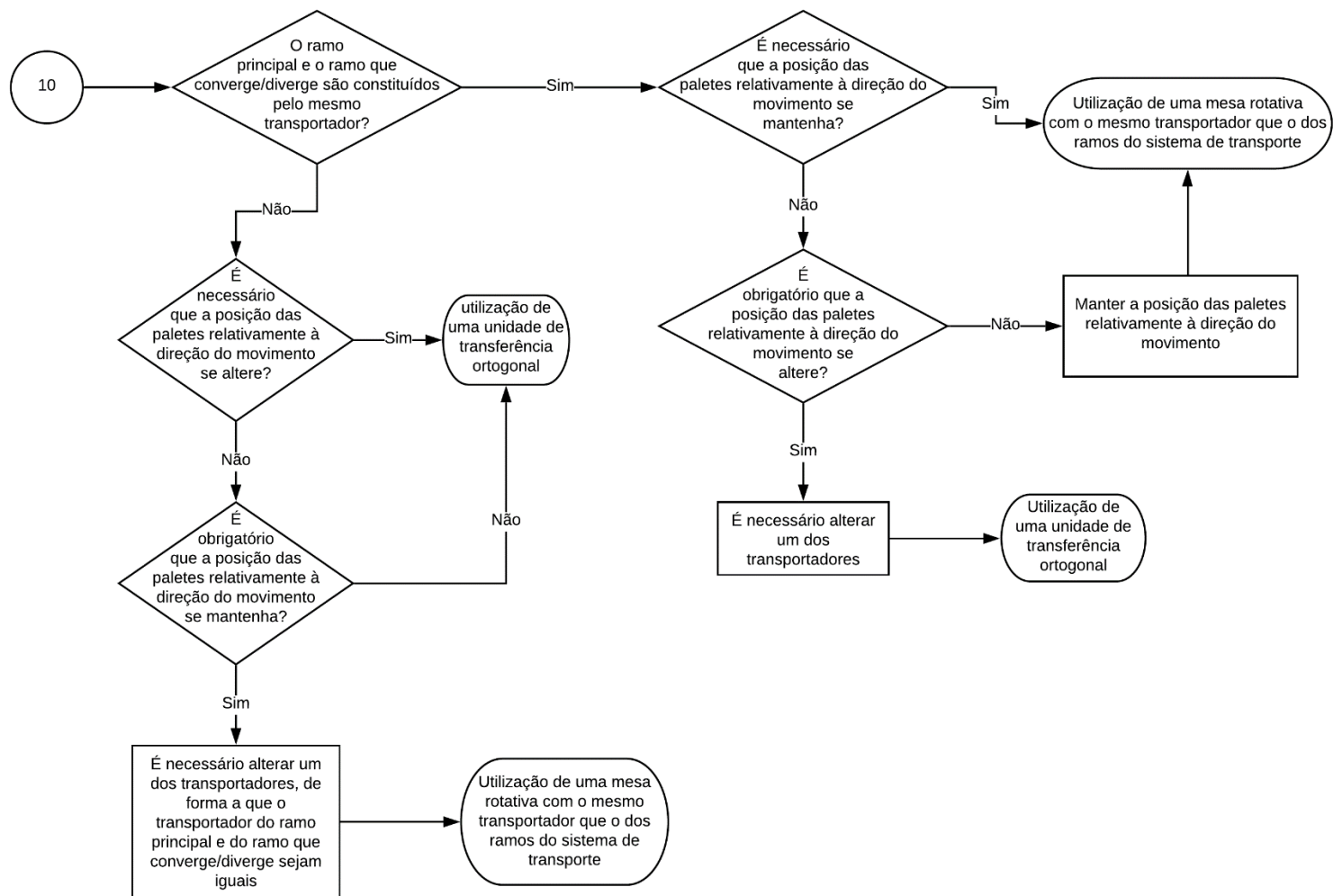


Figura 6.21 - Modelo de decisão 10 - Primeira situação de interseção

Segunda situação de interseção

A segunda situação de interseção, é um caso onde vários braços do sistema de transporte convergem ou divergem num ponto. Na Figura 6.22 a) está representada esta situação para quando existe convergência de cargas e na Figura 6.22 b) está representada esta situação quando existe divergência de cargas. Em ambos os casos são apresentadas uma convergência/divergência dos ramos do sistema de transporte que fazem entre si um ângulo reto.

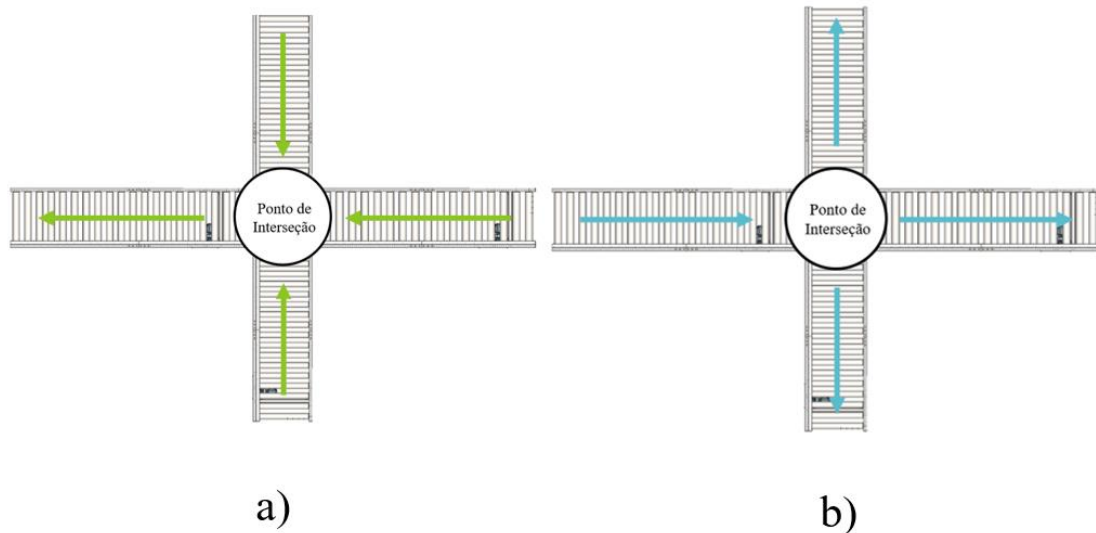


Figura 6.22 - Segunda situação de interseção
a) Convergência de cargas b) Divergências de cargas

Tal como acontecia na situação anterior os dois mecanismos que permitem fazer a mudança da direção da carga são as unidades de transferência ortogonais e as mesas rotativas. Tal como mencionado no caso anterior, a orientação das cargas relativamente ao sistema de transporte vai depender dos mecanismos que são utilizados e dos transportadores já existentes.

Aqui é importante explorar 3 casos diferentes:

1. Os transportadores dos quatro ramos que se interseçam são iguais;

Neste caso, deve-se utilizar uma mesa rotativa, pois como todos os transportadores são iguais, a mesa rotativa tem apenas de ser constituída por um tipo de transportador. É também aconselhado que, a mesa rotativa não tenha barreiras ao longo do transportado, e no caso de ter que tenha apenas laterais. Esta especificação é opcional, sendo que a maior vantagem que traz, é que quando a carga continua em frente, não existe a necessidade de a mesa rodar, sendo assim o processo de convergência/divergência mais rápido.

2. Os transportadores dos quatro ramos que se interseçam são iguais dois a dois e frente a frente;

Neste caso, o mecanismo recomendado é a utilização de uma unidade de transferência ortogonal, constituída por dois transportadores diferentes. Uma vez que os transportadores são

iguais dois a dois e frente a frente, permite que haja uma continuidade, ou seja, se a carga continuar para ramo imediatamente em frente, não seja necessário utilizar a transferência ortogonal, sendo que o mecanismo se comporta apenas como um módulo do sistema de transporte. Por outro lado, mesmo que a carga necessite de fazer uma transferência ortogonal, sendo os dois transportadores à direita e à esquerda iguais, existe apenas a necessidade de acionar o motor para um lado ou para o outro.

3. Existem apenas dois tipos de transportadores que não são iguais dois a dois ou que são iguais dois a dois e que não estão frente a frente.

Neste caso, é recomendada a utilização de uma mesa rotativa com uma unidade de transferência ortogonal incorporada. Esta solução permite fazer a transferência entre dois tipos de transportadores, pois a unidade de transferência ortogonal já tem essa capacidade, mas a unidade de transferência ortogonal apenas permite que essa transferência seja feita com uma mudança de direção de 90°. Ao utilizar a mesa rotativa, é possível fazer a mudança de transportador que a unidade de transferência ortogonal permite, mas com uma mudança de direção até 360°.

Tanto para a divergência como para a convergência, é necessário garantir que os transportadores que se encontram no ponto de interseção têm a capacidade de funcionar em dois sentidos. Esta capacidade permite que um ponto de interseção não acomode apenas a divergência ou a convergência de cargas.

Na Figura 6.23, está representado o modelo de decisão que ajuda na escolha do melhor transportador para realizar este tipo de interseções.

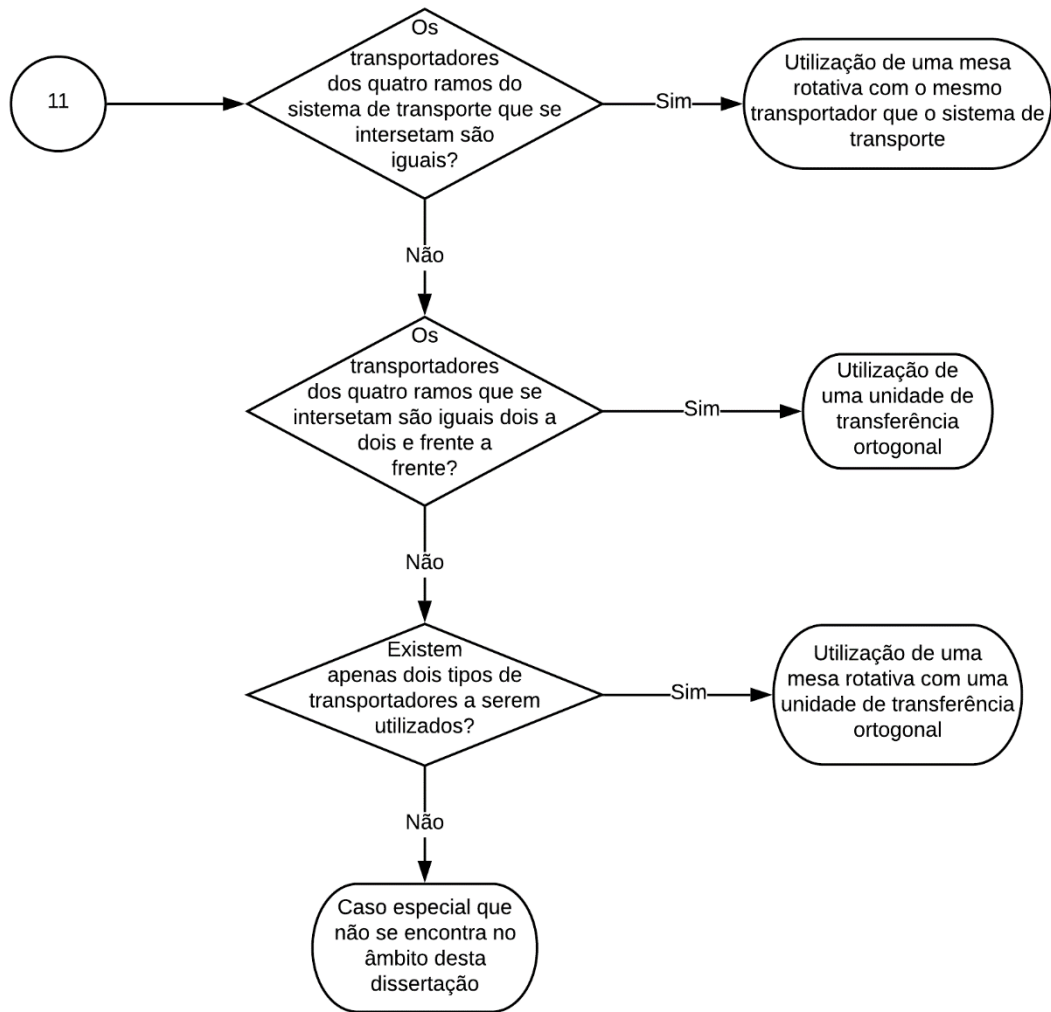


Figura 6.23 - Modelo de decisão 11 - Segunda situação de interseção

Terceira situação de interseção

A terceira situação de interseção não é uma situação usual no transporte de paletes, no entanto, pode ser necessário utilizar esta configuração por, por exemplo, limitações de espaço.

A terceira situação de interseção é muito semelhante à segunda, no sentido em que existem vários ramos que em simultâneo convergem/divergem para um ponto em comum. A principal diferença desta situação para a anterior é que nesta situação os vários ramos do sistema de transporte não são perpendiculares. Na Figura 6.24 a) está representado este exemplo para a convergência e na Figura 6.24 b) está representado este exemplo para a divergência.

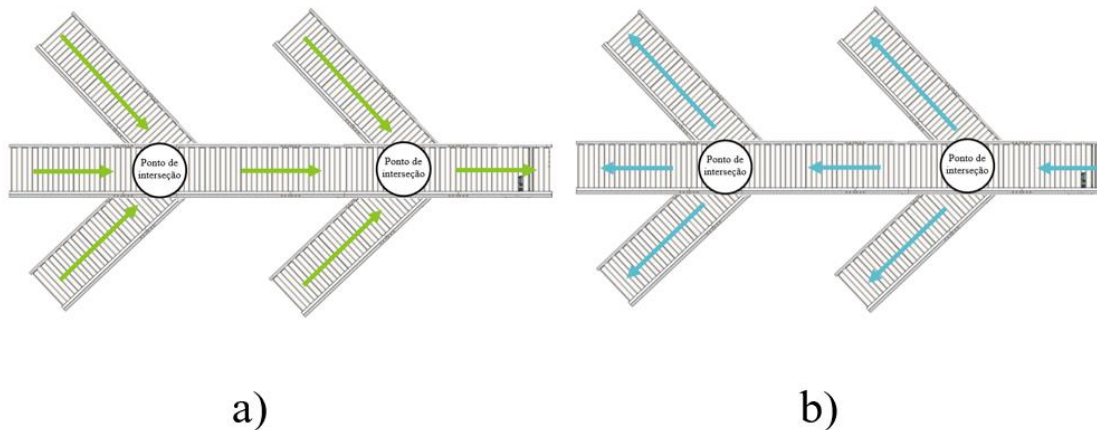


Figura 6.24 - Terceira situação de interseção
a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas

Neste caso existem essencialmente três mecanismos que devem ser utilizados, os RGVs, as mesas rotativas e as mesas rotativas que são constituídas por unidades de transferência ortogonais. Em casos excepcionais podem ser utilizados mecanismos de convergência ou de divergência. Estes mecanismos não são as melhores opções quando se trata do transporte de cargas pesadas.

Tal como acontecia para as duas situações de interseção já apresentadas, existem alguns critérios que devem ser analisados de forma a poder tomar-se uma decisão relativamente ao mecanismo a utilizar:

1. Existe ou não um grande fluxo de cargas;

Neste caso é importante analisar o fluxo de cargas, pois para se poder manter o *layout* apresentado na Figura 6.24, um dos mecanismos que se pode utilizar são os RGVs. Esta opção implica a implementação de carris ao longo do sistema de transporte, e neste mecanismo é transportada apenas uma paleta de cada vez. Ora, se o fluxo de cargas for muito elevado não é possível a utilização de RGVs, pois apesar de poderem trabalhar em simultâneo vários carros num mesmo carril, a capacidade de transporte vai ser sempre inferior à obtida com um transportador de rolos ou um transportador de correntes.

No entanto, os RGVs apresentam inúmeras vantagens, que foram mencionadas no capítulo 4, pelo que é preciso analisar se é mais vantajoso reduzir o fluxo de cargas e utilizar um RGV ou manter o fluxo de cargas e utilizar outra opção.

2. Os transportadores do ramo principal e dos ramos que convergem/divergem são iguais;

Este critério de seleção já foi apresentado noutras situações de interseção, pois tem uma enorme influência nos mecanismos a utilizar, pois se não forem iguais é necessário um mecanismo que permite a mudança de tipo de transportador e a mudança de direção. No caso de os transportadores do ramo principal e dos ramos que convergem/divergem serem iguais, o mecanismo que mais se adequa à situação é uma mesa rotativa.

3. Quantos tipos de transportadores diferentes existem na interseção.

Este critério tem uma enorme importância, pois no âmbito desta dissertação apenas se inserem os sistemas de transporte onde existem no máximo dois tipos de transportadores diferentes. Como já mencionado ao longo do presente capítulo, o mecanismo que melhor permite fazer a mudança do tipo de transportador é a unidade de transferência ortogonal, sendo que esta apenas permite mudanças de direção de 90° , pode ser acoplada a uma mesa rotativa, permitindo assim não só a mudança de transportador como uma grande variedade de ângulos que a trajetória da carga pode seguir.

É importante ter em conta que a aquisição de um sistema de RGV é mais caro que a aquisição de uma mesa rotativa ou de uma mesa rotativa com uma unidade de transferência ortogonal. Logo, e apesar de o RGV ser a opção mais indicada para um determinado critério, não deixam de existir outras opções disponíveis, pelo que se deve sempre fazer uma análise de custo *vs* benefício de cada uma das opções apresentadas.

Na Figura 6.25, está o fluxograma que representa o modelo de decisão que permite seleccionar o melhor mecanismo para a terceira situação de interseção.

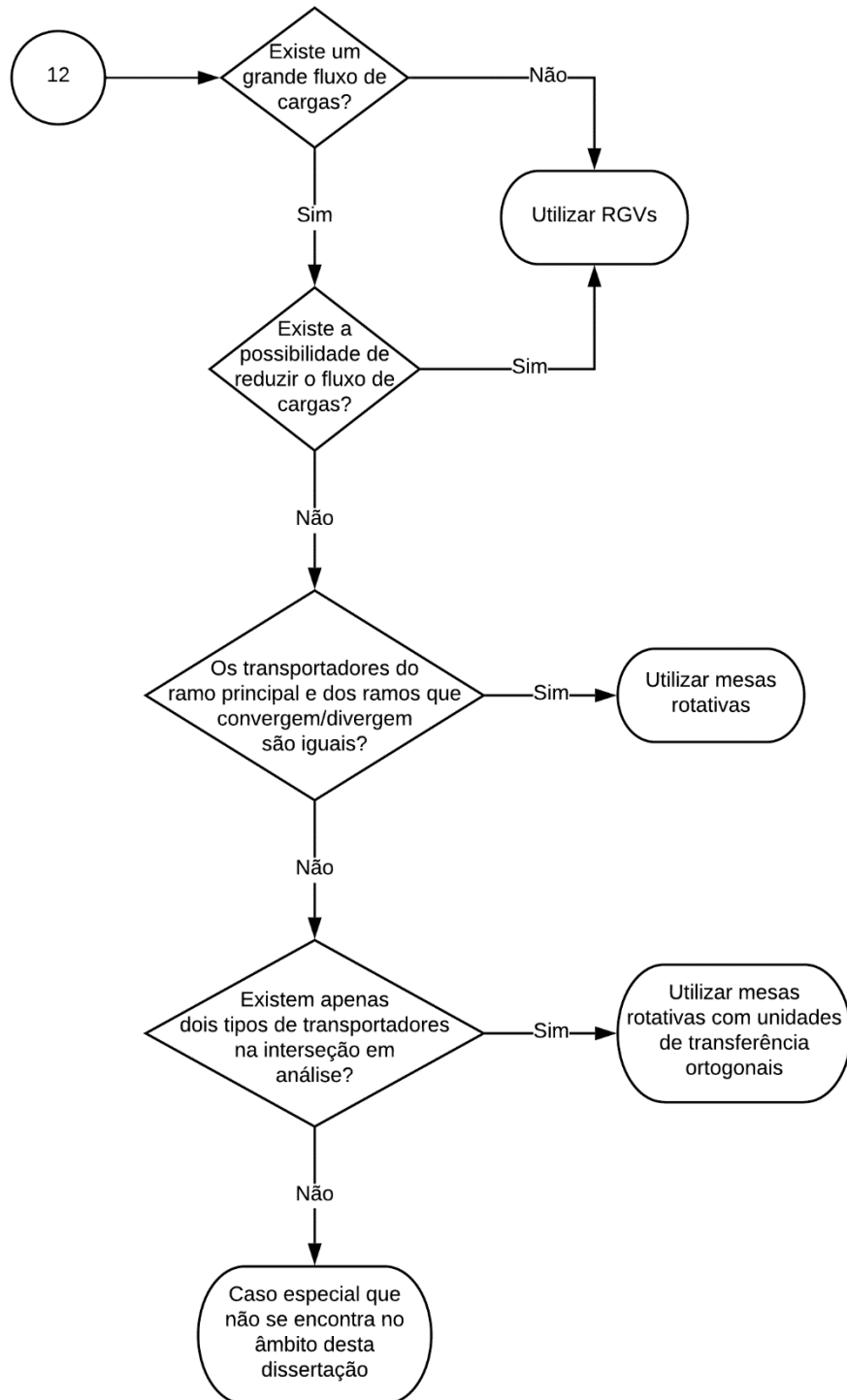


Figura 6.25 - Modelo de decisão - Terceira situação de interseção

Quarta situação de interseção

A quarta situação de interseção está representada na Figura 6.26 a) e na Figura 6.26 b), sendo que a primeira representa uma convergência e a segunda representa uma divergência. Esta situação de interseção, tal como a anterior não é uma situação ideal, pois implica a utilização de

unidades de convergência ou de divergência, que não são indicados para o transporte de cargas unitárias pesadas.

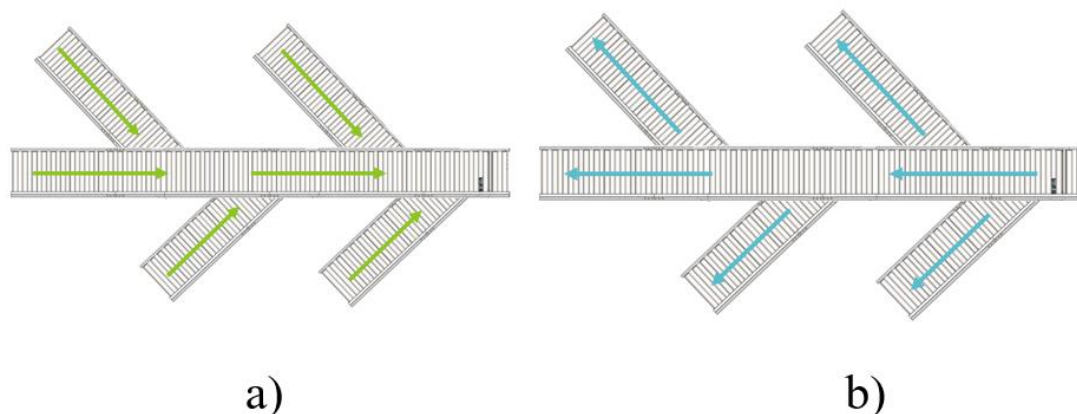


Figura 6.26 - Quarta situação de interseção
a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas

Relativamente à terceira situação de interseção, a diferença desta é que a convergência e a divergência se dão de formas desfasada, ou seja, nunca temos dois braços do sistema de transporte a convergir simultaneamente para o braço principal do sistema de transporte.

Neste caso devem ser tidos em conta os critérios abordados na terceira situação de convergência, sendo que esta situação é mais simples do que a outra. A principal diferença nestas duas situações é que na quarta situação, não existe a possibilidade de estarem presentes mais do que dois transportadores diferentes. Desta forma, mantém-se a recomendação dos RGV para a maioria dos casos, sendo que continua a ser necessária a análise de benefício custo, e a utilização de mesas rotativas para os restantes casos. É necessário ter em atenção, que no caso de os transportadores serem diferentes, a mesa rotativa deve ter uma unidade de transferência ortogonal incorporada de forma a permitir a mudança de transportador.

Tal como acontecia nas situações apresentadas anteriormente, se existir a necessidade de mudar a cota da carga, essa mudança deve ser feita acrescentado mais um acessório à mesa rotativa. No caso da colocação dos RGVs, essa mudança de cota pode ser feita de forma gradual, ou utilizando um elevador de carris para subir o carro onde é transportada a paleta.

Na Figura 6.27, está representado um RGV a fazer uma trajetória igual à necessária neste caso. Como é possível observar na figura, como os caminhos estão pré-definidos, é relativamente simples fazer a mudança de direção, garantido que a posição da carga relativamente ao transportador se mantém constante. Estas interseções podem ser facilitadas, fazendo-as mais curvas.



Figura 6.27 - Quarta situação de interseção utilizando um RGV [28]

Na Figura 6.28, está o fluxograma que representa o modelo de decisão para a quarta situação de interseção. Com a ajuda deste modelo é possível escolher qual o mecanismo que melhor se adapta em cada caso.

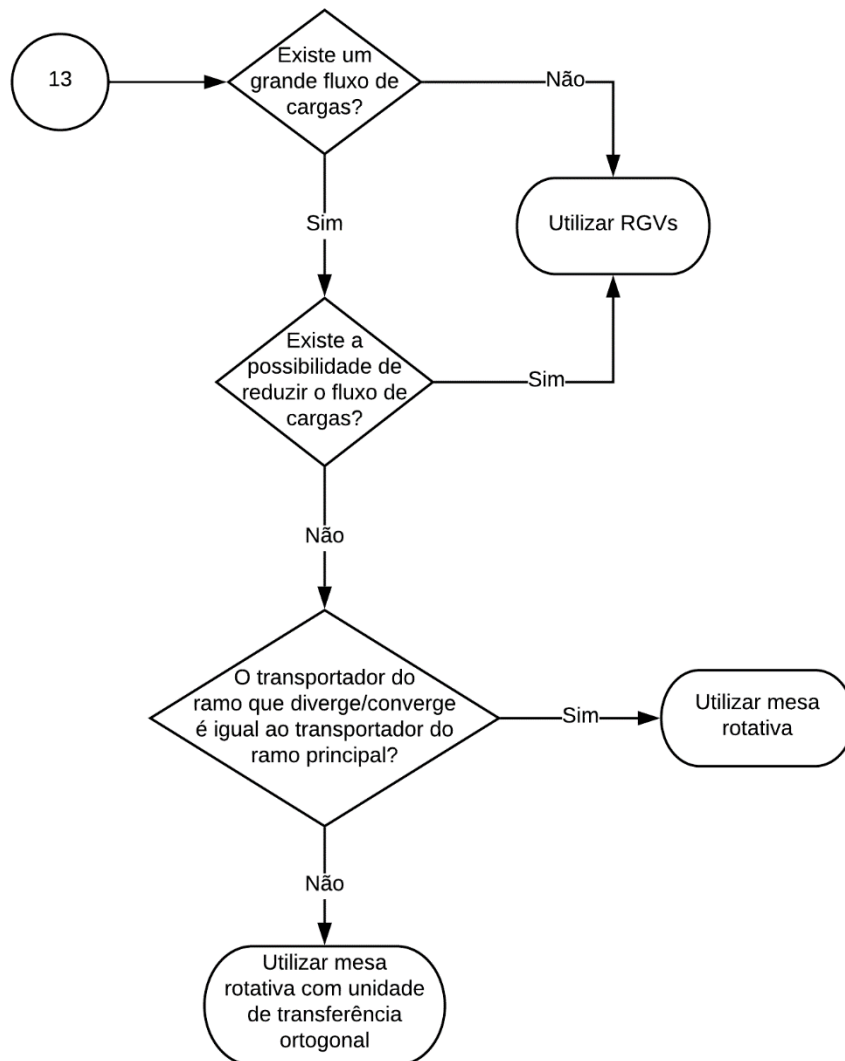


Figura 6.28 - Modelo de decisão - Quarta situação de interseção

Quinta Situação de Interseção

A quinta situação de interseção está representada na Figura 6.29, esta situação difere das anteriores, pois não existe uma interseção física dos vários ramos do sistema de transporte, o que existe é uma interseção das possíveis trajetórias que a carga pode seguir. Na Figura 6.29 a) está representado um caso de convergência e na Figura 6.29 b) está representado um caso de divergência. De notar que numa mesma situação é possível existir divergência e convergência em simultâneo, os mecanismos a utilizar serão os mesmos, sendo apenas necessário fazer pequenas alterações na forma como esses mecanismos são montados e na forma como estão programados.

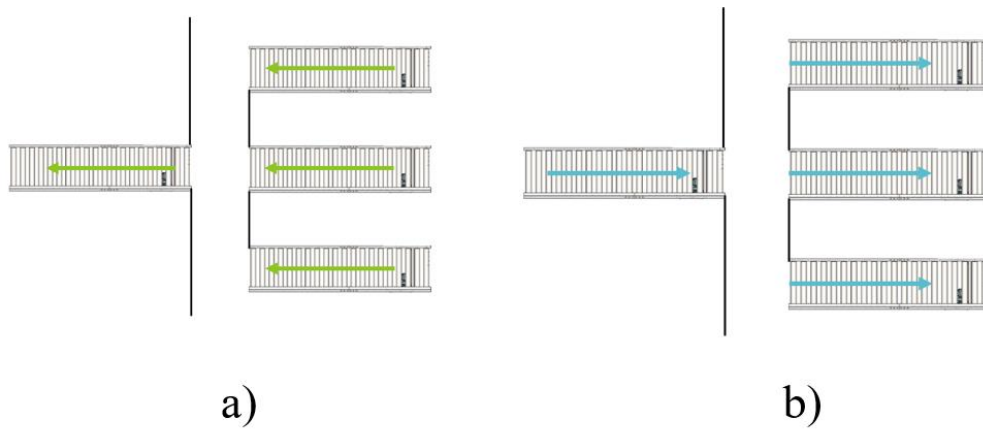


Figura 6.29 - Quinta situação de interseção
a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas

Neste caso existe apenas um mecanismo aconselhado, que é o RGV. Este mecanismo vai ter a capacidade de receber cargas de um lado e depositá-las no lado contrário. Consoante os transportadores que estão a ser utilizados em cada lado, é possível adaptar os carros que vão andar sobre os carris de forma a que se consigam fazer o transporte de transportadores de rolos para transportadores de correntes e *vice-versa*.

Caso exista a necessidade de fazer uma alteração da cota da carga, é também possível, sendo que essas alterações podem ser feitas gradualmente, ou de forma mais abrupta utilizando elevadores de carris.

Neste caso não são recomendados os AGVs, pois não iriam permitir um transporte tão eficiente das cargas, pois todas as trajetórias possíveis estão ligadas a uma mesma área. No entanto, a utilização de RGVs, implica a definição de uma trajetória fixa que é muito difícil de alterar.

Por ser apenas apresentada uma opção de mecanismo para esta situação de interseção, na Figura 6.19, está já apresentado o modelo de decisão.

Sexta situação de interseção

A sexta situação de interseção, tal como acontecia na situação anterior não tem uma interseção física dos transportadores, mas sim das trajetórias que as cargas podem percorrer. Esta situação é típica em armazéns onde existe a necessidade de ir buscar cargas a diferentes pontos e trazê-las para um só local, ou quando as cargas saem de um transportador e necessitam de ser colocadas nos locais de armazenamento.

Na Figura 6.30 a) está representada esta situação havendo convergência de cargas e na Figura 6.30 b) está representada esta situação havendo divergência de cargas.

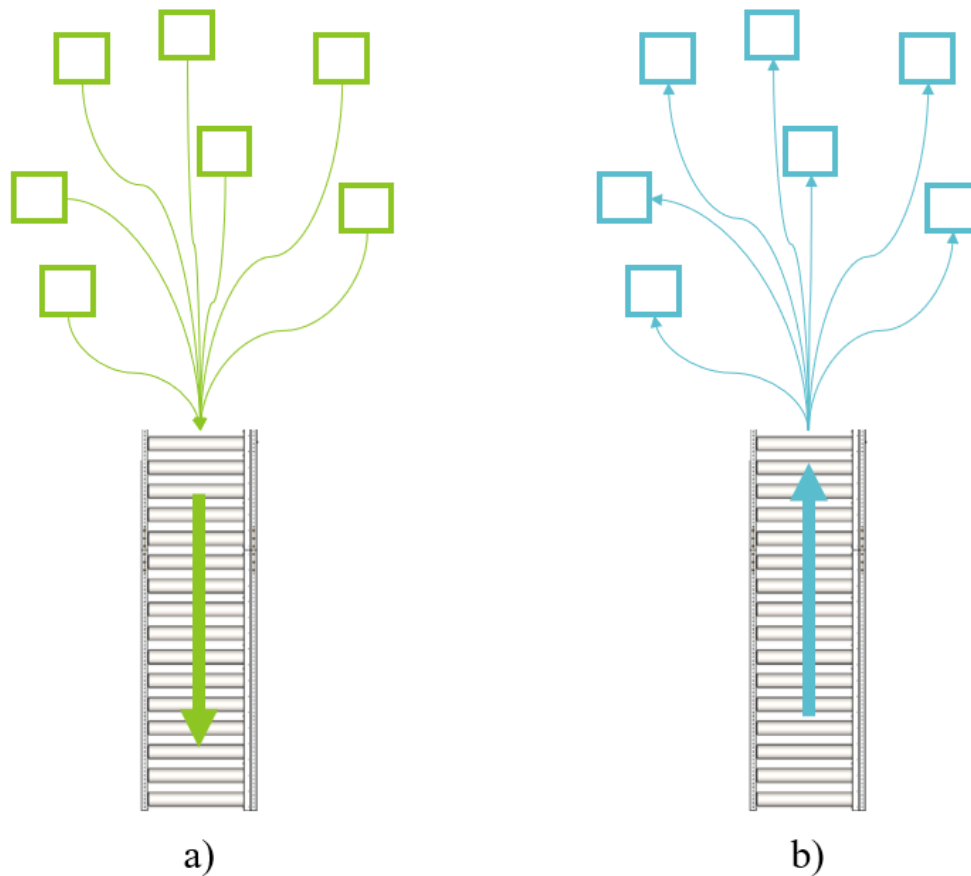


Figura 6.30 - Sexta situação de interseção
a) Convergência de cargas b) Divergência de cargas

Perante esta situação existem dois mecanismos que podem ser utilizados, que são os RGVs e os AGVs. A escolha entre uns e outros vai depender da complexidade do sistema. Quando existe armazenamento e grandes variações de cota os RGVs são a escolha mais indicada, e quando existe complexidade de percursos e possíveis variações dos mesmos recorrentemente os AGVs são a melhor opção.

Os dois sistemas podem ser utilizados em simultâneo se a complexidade do sistema de transporte assim o exigir, tendo em mente que se a variação de cota for superior a cinco metros (medida de referência), é conveniente que seja utilizado um RGV.

Na Figura 6.31, está representado o modelo de decisão em forma de fluxograma, que permite decidir qual o melhor mecanismo para cada situação. É importante ter em conta, que para esta situação de interseção são tidos em conta apenas os dois mecanismos mencionados.

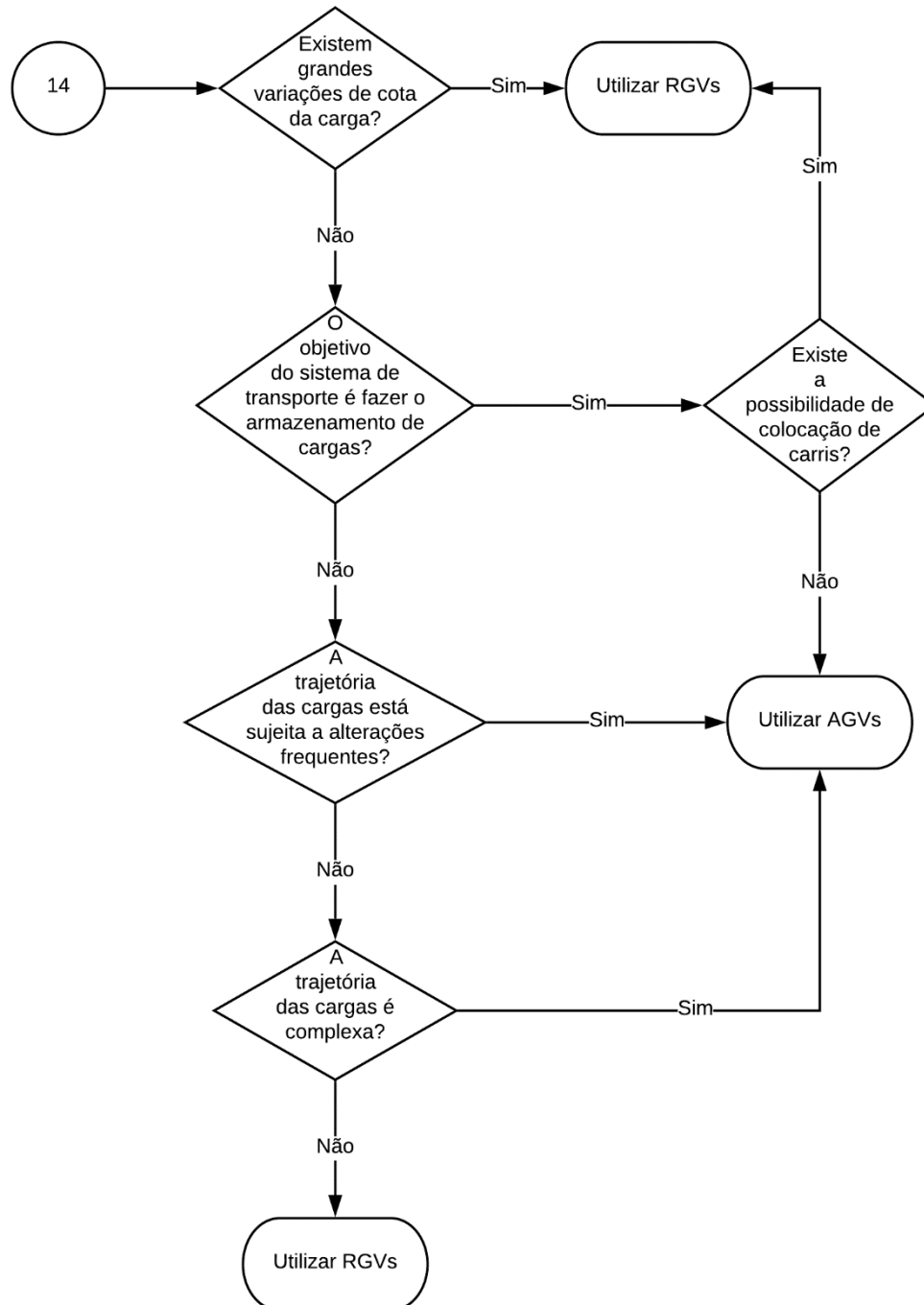


Figura 6.31 - Modelo de decisão 14 - Sexta situação de interseção

6.3 TRANSPORTE DE PALETES – TERCEIRO MODELO DE TRAJETÓRIA

O transporte de paletes correspondente ao terceiro modelo de trajetória é o mais comum, pois trata-se da conjugação dos dois modelos de trajetória apresentados anteriormente. No primeiro modelo de trajetória foram tidos em conta fatores que não são tidos em conta no segundo modelo, daí a importância de um terceiro modelo de trajetória que conjugue todos os fatores do

primeiro modelo como do segundo modelo. Conclui-se que este é o modelo que melhor retrata a situação real do transporte de cargas unitárias pesadas em paletes.

Para a utilização deste modelo, é necessário dividir a trajetória da carga em duas partes distintas, a parte que corresponde ao primeiro modelo de trajetória, que é a parte retilínea da trajetória, e a parte que corresponde ao segundo modelo de trajetória, que é a parte da trajetória onde existe a interseção de ramos do sistema de transporte.

É importante fazer a conjugação destes dois modelos, e ter em conta que as decisões tomadas para uma das partes da trajetória têm de ser mantidas para as restantes partes da trajetória.

Na Figura 6.32, está o fluxograma que permite analisar o terceiro modelo de trajetória.

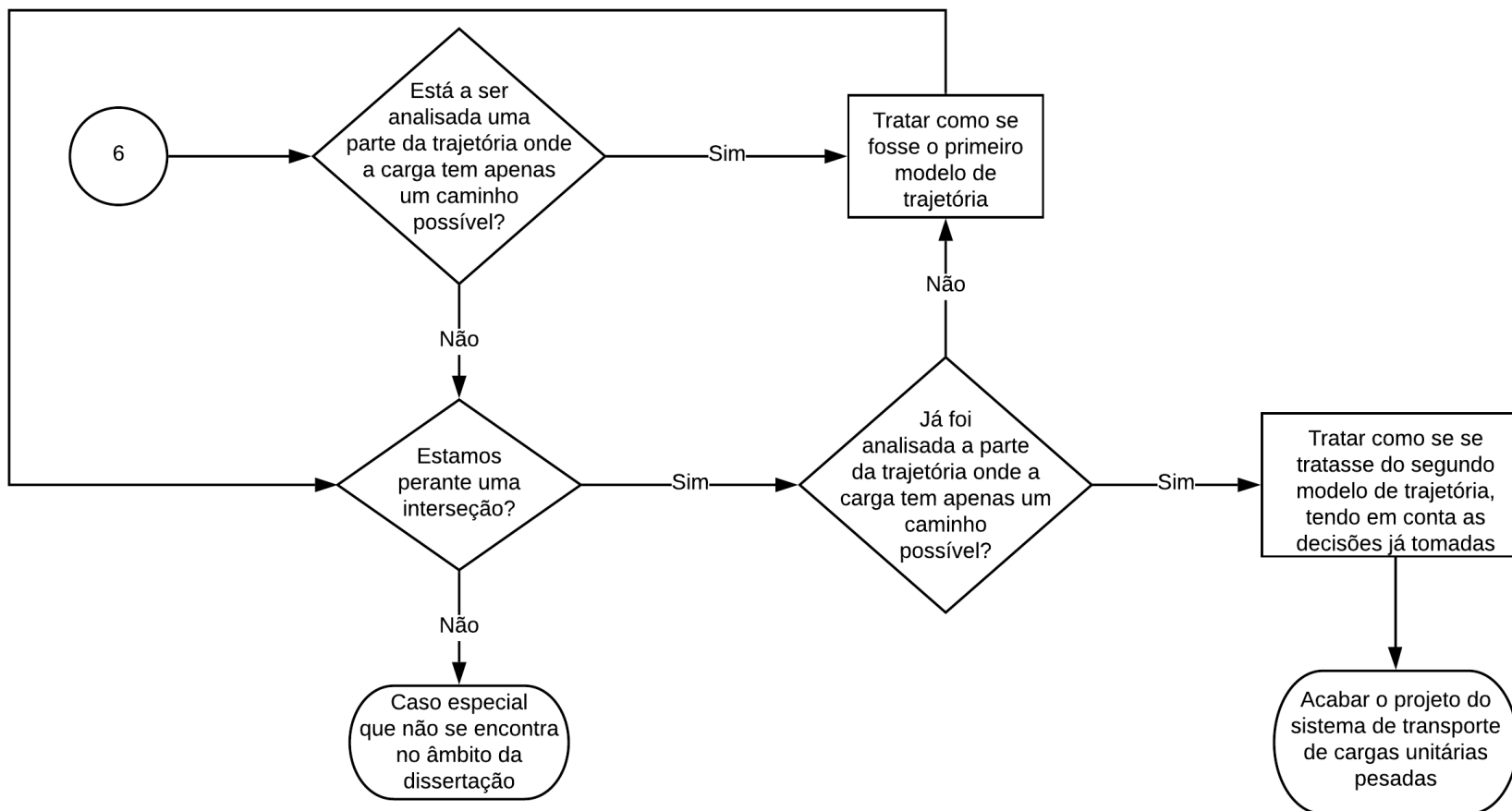


Figura 6.32 - Modelo de decisão 6 - Terceiro modelo de trajetória

7. MECANISMOS PARA O TRANSPORTE DE BOBINAS

O transporte de bobinas é frequente na indústria, o que torna importante a escolha acertada do mecanismo, ou mecanismos, que vão permitir esse transporte. Por esta razão, ao longo deste capítulo vão ser apresentados os mecanismos que permitem fazer o transporte de bobinas em segurança e no capítulo seguinte, os modelos de decisão que ajudam o projetista a decidir sobre qual o mecanismo mais apropriado para o caso que estiver a ser estudado.

Existem diversos mecanismos que vão permitir o transporte de bobinas. Diferentes transportadores vão fornecer diferentes características ao sistema de transporte, permitindo assim que exista uma adaptação às necessidades de cada situação e a apresentação de vários mecanismos permite também responder a várias situações diferentes.

Existem mecanismos típicos para o transporte de bobinas de papel e mecanismos típicos para o transporte de bobinas metálicas, no entanto, também existem mecanismos que podem transportar os dois tipos de bobinas. Assim sendo, ao longo deste capítulo vão ser apresentadas soluções para cada um dos casos e soluções que dão para os dois casos. Os modelos de decisão apresentados vão posteriormente ajudar a decidir qual a melhor alternativa para as bobinas de papel e para as bobinas metálicas.

As diferenças na geometria, no peso, na densidade e no material das bobinas metálicas e das bobinas de papel, fazem com que os requisitos de projeto dos sistemas de transporte de uma e outra sejam diferentes.

Os mecanismos que permitem o transporte de bobinas podem ser divididos em dois grandes grupos: os que permitem o transporte das bobinas ao nível do solo, ou seja, são mecanismos que estão presos de alguma forma ao solo, e as pontes rolantes, que permitem que o transporte de bobinas seja feito a uma cota superior à do primeiro grupo apresentado.

7.1 MECANISMOS QUE PERMITEM O TRANSPORTE DE BOBINAS AO NÍVEL DO SOLO

A utilização de sistemas de transporte para bobinas de papel tem muitas vantagens, tais como: a redução da perda de material, (que é muito comum devido a danos que estas podem sofrer durante o processo de transporte); a diminuição do tempo perdido e do número de funcionários requeridos para o processo, o que leva a um consequente aumento da produtividade e a preservação da integridade física, havendo menor mão de obra envolvida no processo, existe uma

menor probabilidade de acidente. [8] O mesmo se passa com as bobinas metálicas, apesar de serem mais resistentes, o risco da existência de dano é relevante, bem como o risco que representa para os operacionais que manuseiam os mecanismos de transporte de bobinas. Assim sendo torna-se fundamental a escolha do equipamento adequado para fazer o transporte das cargas.

O transporte de bobinas de papel é muito variado pelo facto de as bobinas de papel não estarem normalizadas, o que vai levar à existência de diferentes geometrias. A altura das bobinas pode ir até 4600 mm e o diâmetro pode ir até 2500 mm, sendo que pode ser superior a este valor. Tal como a geometrias das bobinas pode variar muito, o peso também, sendo que estas podem pesar até oito toneladas, no caso das bobinas de papel. No entanto, a uma determinada dimensão de bobina, não vai corresponder um peso específico, pois o peso das bobinas pode variar conforme o tipo de papel de que elas são feitas. [43]

No transporte de bobinas, a maioria dos mecanismos requer um percurso pré-definido, sendo que o transportador ou mecanismo escolhido para fazer o transporte da carga se vai adaptar a esse percurso e aos requisitos apresentados pelo mesmo. No que toca ao transporte de bobinas, não vão ser considerados os modelos de trajetória definidos no capítulo 3, pois o tipo de percursos que uma bobina pode descrever é mais limitado que o tipo de percursos que uma outra carga pesada pode descrever. No entanto, serão apresentadas várias alternativas, de forma a responder ao maior número de situações possíveis.

Dentro do transporte de bobinas ao nível do solo, podemos ainda dividir este transporte em três subgrupos diferentes: o transporte recorrendo à utilização de transportadores; o transporte recorrendo à utilização de empurradores e amortecedores; e o transporte recorrendo a corros de transferência. Apesar de serem grupos diferentes de transportadores podem também ser utilizados em conjunto, de forma a completarem-se.

Os transportadores, são sistemas que acompanham todo o percurso da bobina, sendo que esta se vai deslocar sempre em cima destes transportadores. Os empurradores e amortecedores apenas dão o impulso inicial à bobina e permitem o seu abrandamento no final da trajetória. Este subgrupo pode ser utilizado individualmente para curtas distâncias e onde seja possível assegurar que as bobinas não saem da trajetória definida. No entanto, os amortecedores e os empurradores podem ser utilizados em conjunto com os transportadores quando é necessário introduzir uma bobina num transportador, ou quando é necessário diminuir a sua velocidade ou até mesmo fazê-la parar. Na Tabela 7.1, estão listadas as vantagens e desvantagens de cada um dos mecanismos.

Os transportadores podem ainda ser divididos em dois grandes grupos, os transportadores que necessitam de um motor para o seu funcionamento e os transportadores que apenas dependem da ação humana para transportarem as bobinas.

Tabela 7.1 - Vantagens e desvantagens de transportadores de bobinas e de empurradores e amortecedores

	TRANSPORTADORES	EMPURRADORES E AMORTECEDORES
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Permite um acompanhamento constante da bobina; • É possível controlar a velocidade; • Permite mudanças de direção e sentido da trajetória; • Fácil implementação; • É modular; • Aumento da segurança tanto para as cargas como para os trabalhadores; • Fácil manutenção; • Indicado para longas distâncias de transporte; • Probabilidade mínima de causar dano na carga. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenos gastos energéticos; • Compactos, não sendo assim necessária uma grande área disponível para instalação; • Pode ser utilizado em conjunto com os transportadores, resultando num acréscimo da segurança; • Muito versátil.
DESVANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes gastos energéticos; • Necessita de uma grande área disponível para ser instalado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicado apenas para curtas distâncias de transporte; • Pode causar danos nas cargas; • Não permite o controlo da velocidade da bobina; • Não permite o controlo da trajetória da bobina.

A escolha entre a utilização de um transportador ou de um empurrador e de um amortecedor vai depender do tipo e do comprimento da trajetória, do tipo de bobinas que estão a ser carregadas e da área disponível para fazer a movimentação das cargas. No capítulo 8, vai ser apresentado um modelo que permite decidir qual a opção mais adequada a cada caso.

Os dois grupos de transportadores de bobinas ao nível do solo apresentam grandes vantagens quanto utilizados em conjunto: pois permitem fazer o transporte de bobinas ao longo de grandes distâncias e com poupança energética. Esta poupança energética, dá-se principalmente com a utilização de empurradores e amortecedores, pois, desta forma, não é necessária a utilização de um motor com uma potência muito elevada para iniciar o movimento da bobina.

Ao longo deste capítulo, vão ser apresentados os vários transportadores que existem para fazer o transporte de bobinas ao nível do solo e as respetivas vantagens e desvantagens.

Os transportadores de bobinas podem ainda ser divididos em dois grandes grupos: os transportadores que utilizam motores para fazer a movimentação das cargas e os transportadores que são empurrados por trabalhadores. A utilização de um ou de outro transportador depende dos requisitos de cada sistema de transporte e dos meios existentes para a sua implementação.

7.1.1 Transportadores de Bobinas Ao Nível do Solo

Na Figura 7.1, é apresentado um transportador muito simples, constituído apenas por dois elementos: os carris e a plataforma. Os carris estão encastrados no chão permitindo o encaixe da plataforma. A plataforma tem um uma base onde vai ser colocada a bobina e na parte inferior da mesma, estão colocados dois patins que vão permitir que o conjunto se desloque sobre os carris. Existem dois grupos dentro deste transportador mais simples, o primeiro é onde o transportador é acionado através da força humana, e no segundo, o movimento do transportador dá-se utilizando um motor.



Figura 7.1 - Transportador de bobinas de papel manual [44]

Estes transportadores são maioritariamente utilizados quando não é necessário um controlo rígido sobre a velocidade da bobina, onde o fluxo de transporte não é constante, em situações onde a utilização deste sistema de transporte é pontual, e em situações onde não existe área disponível para instalar um transportador motorizado.

Na Figura 7.2, está representado outro tipo de mecanismo que permite o transporte de bobinas ao nível do solo. Neste transportador, o movimento dá-se com o auxílio de um ou mais motores. O transportador que está a ser utilizado é uma corrente modular de plástico, onde existem várias saliências, permitindo que a bobina não saia do transportador. Uma das vantagens deste

mecanismo é a pouca área útil necessária para fazer o transporte de bobinas, sendo que quando não se está a dar o transporte é possível passar pela área.



Figura 7.2 - Transportador de bobinas de papel [45]

As correntes modulares plásticas apresentadas na figura acima podem ter várias geometrias diferentes, consoante as dimensões das bobinas a ser transportadas. A geometria destas correntes vai depender da dimensão das cargas a transportar, do peso das mesmas e da velocidade do transporte.

Outra solução que pode ser utilizada para fazer o transporte de bobinas ao nível do solo é a utilização dos transportadores da MoveRoll, cujo princípio de funcionamento é diferente dos apresentados até agora. O transportador da MoveRoll faz o transporte das bobinas através da compressão de ar, sendo que é constituído por várias mangas, como é possível observar na Figura 7.3. O ar comprimido faz com que a bobina se desloque na direção pretendida. Estes transportadores são constituídos por módulos e não necessitam de ser encastrados no solo, permitindo a fácil modificação da trajetória.

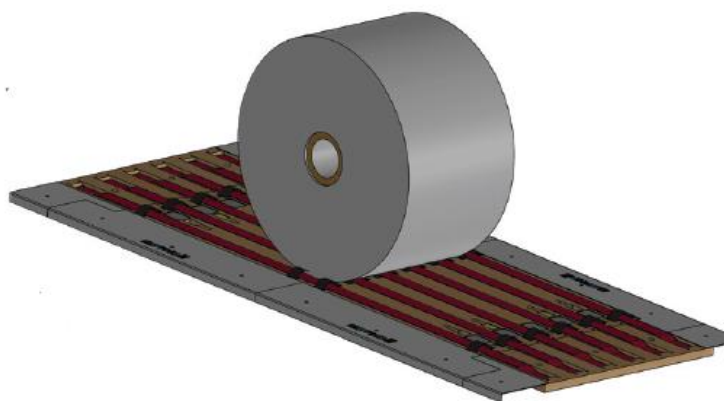


Figura 7.3 - Transportador horizontal MoveRoll [46]

No anexo O, é possível ver as especificações técnicas deste transportador. Este transportador, apresenta algumas vantagens, como a segurança dos operadores e da carga que está a ser transportada, e é também silencioso. Uma das desvantagens deste mecanismo é que é apenas fabricado por uma marca, não sendo normalizado e não sendo possível utilizar este mecanismo em conjunto com outros. Assim sendo, apesar de ser um mecanismo modular, todos os módulos têm de ter o mesmo princípio de funcionamento.

Existe também um outro grupo de transportadores, que são os transportadores de correntes modulares em forma de V. A particularidade destes transportadores, é que, cada elo da corrente tem a forma aproximada de um V, de forma a acomodar as bobinas. Na Figura 7.4, está representada este tipo de corrente.



Figura 7.4 - Correntes de barras em V [47]

Estes transportadores podem ser encastrados no chão ou podem estar sobre estruturas metálicas fazendo um transporte mais elevado. A utilização de estruturas metálicas para elevar a altura do transporte pode ser útil, por exemplo, em situações onde seja necessário fazer chegar as bobinas a um camião, a um outro sistema de transporte ou a um mecanismo que vai ter alguma ação sobre as bobinas.

Quando existe acumulação de cargas e quando existe a necessidade de as bobinas serem transportadas na vertical, ou seja, com a parte plana sobre o transportador, é comum usarem-se transportadores de correntes modulares planas. Na Figura 7.5 está um exemplo deste transporte.



Figura 7.5 - Transporte de bobinas na vertical utilizando correntes planas modulares [48]

Nenhuma das opções anteriormente apresentadas permite que a bobina descreva curvas. Para haver a mudança de direção das bobinas é necessária a utilização de um sistema de rotação, como o exemplificado na Figura 7.6. Este mecanismo vai permitir que a posição da bobina relativamente ao transportador se mantenha constante, sendo que é o transportador que vai executar a mudança de direção. No caso apresentado na Figura 7.6, a mesa rotativa é manual, mas este mecanismo pode também ser automatizado. A decisão entre ter um mecanismo manual ou automatizado deve ser tomada tendo em conta o fluxo de cargas, as necessidades da fábrica e/ou armazém onde se insere o sistema de transporte.

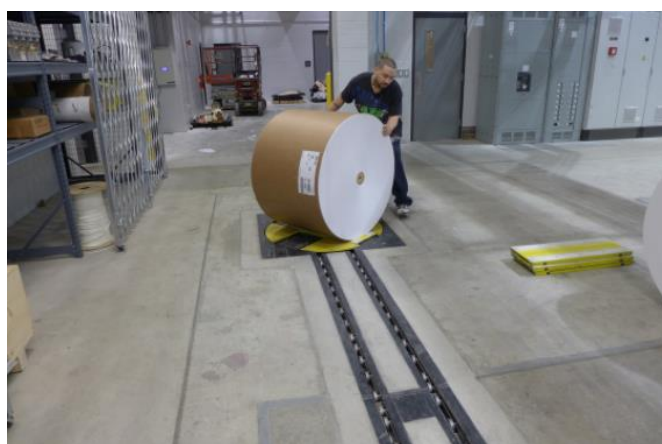


Figura 7.6 - Mesa rotativa manual sobre carris [44]

Existem muitos tipos de mesas rotativas para fazer a mudança de direção de bobinas, a mesa rotativa a utilizar deve ser escolhida conforme os transportadores que estão a ser utilizados. Na Figura 7.7, está o exemplo de uma outra mesa rotativa. Esta mesa rotativa é compatível com transportador apresentado anteriormente e que se encontra representado na Figura 7.3.

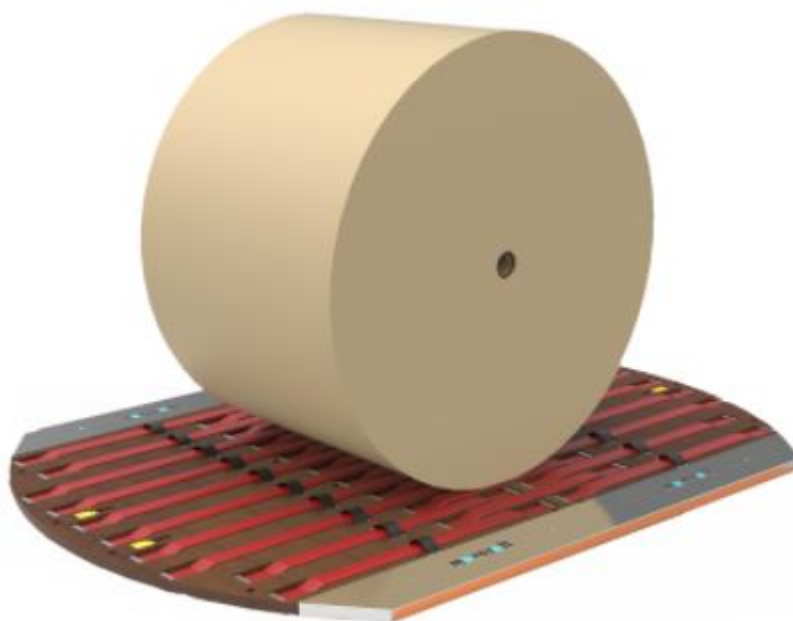


Figura 7.7 - Mesa rotativa MoveRoll [46]

7.1.2 Empurradores

Os empurradores e amortecedores são mecanismos que permitem o transporte de bobinas de papel permitindo uma poupança considerável no consumo energético do sistema. O princípio de funcionamento destes mecanismos é muito simples. O empurrador vai exercer uma força localizada sobre a bobina, fazendo com que esta inicie o seu movimento. A forma como a força é exercida vai depender de modelo para modelo. O amortecedor é o mecanismo responsável por fazer com que a bobina pare o seu movimento, exercendo uma força sobre a mesma com o sentido contrário ao do movimento.

Na Figura 7.8, está representado um exemplo de um empurrador e o seu modo de funcionamento. Estes mecanismos podem ser também utilizados para colocar a bobina sobre o elemento que depois vai fazer o transporte da mesma. No anexo P, está a informação técnica relativa ao modelo apresentado na Figura 7.8. A vantagem da utilização destes mecanismos é o facto de conseguirem transmitir uma força suficiente para mover rolos que pesem até quatro toneladas e meia, e continuarem a poupar energia.



Figura 7.8 - Posições de funcionamento do empurrador adaptado de [46]

Na Figura 7.9, está um exemplo de outro modelo de um empurrador, este modelo está encastrado no chão e sai apenas quando vai provocar um impulso sobre uma bobina. A vantagem deste mecanismo relativamente ao anterior é o facto de ser mais pequeno e consequentemente não ocupar tanta área útil do chão da unidade onde se encontra. No entanto, este mecanismo apresenta uma menor capacidade que o anterior, podendo apenas movimentar bobinas que pesem até quinhentos e cinquenta quilogramas [49].

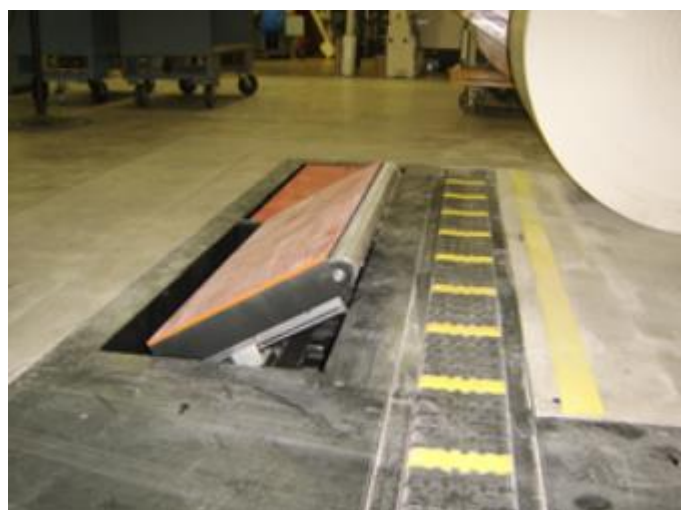


Figura 7.9 - Empurrador [50]

Existem também empurradores de maiores dimensões e que têm a particularidade de serem móveis, ou seja, de poderem mover-se sobre uma linha, sendo assim possível iniciar o movimento de várias bobinas diferentes em vários locais diferentes. Na Figura 7.10, está representado um destes exemplos.



Figura 7.10 - Empurrador móvel [48]

Como é possível observar na Figura 7.10, a bobina é colocada na posição desejada utilizando um transportador de correntes modulares em forma de V, e posteriormente, o empurrador vai fazer força sobre a bobina fazendo com que esta inicie o seu movimento no sentido perpendicular ao do movimento do transportador. Na mesma figura, é também visível que este empurrador funciona com a utilização de um sistema pneumático.

A força que o empurrador exerce sobre a bobina vai depender da velocidade que é necessário que a bobina atinja. A força pode ser adaptada à bobina que estiver a ser transportada, sendo que todo o sistema pode ser automatizado.

7.1.3 Amortecedores

Os amortecedores são mecanismos que vão travar o movimento das bobinas, e são normalmente utilizados em conjunto com os empurradores. Estes mecanismos podem ter várias utilizações e configurações de montagem diferentes.

Em distâncias curtas podem ser utilizados apenas em conjunto com os empurradores, sendo que vão ser responsáveis por parar o movimento ou diminuir a velocidade da bobina. Podem ser utilizados com os transportadores de bobinas, ajudando na colocação da bobina na posição correta em cima do transportador, permitindo assim que o posicionamento seja feito de forma automática e não de forma manual. Consultando a referência [51], é possível ver um vídeo que mostra o funcionamento destes mecanismos.

Na Figura 7.11, está representado um exemplo deste mecanismo. O mecanismo funciona com a utilização de um pneumático que vai elevar as chapas que vão fazer parar a bobina; o

cilindro pneumático vai fazer com que a força da bobina não empurre as chapas de novo para baixo, garantido assim que a bobina fica na posição pretendida.



Figura 7.11 - Amortecedor

O modelo acima pode ser utilizado com duas configurações diferentes, apenas num dos lados, fazendo com que a bobina embata no amortecedor e volte para trás, ou em ambos os lados, permitindo assim que ela fique completamente imobilizada.

Na Figura 7.12, está representado um outro mecanismo, as almofadas insufláveis, que também tem como objetivo diminuir a velocidade da bobina. A diferença deste mecanismo para o anterior é que a bobina não vai parar imediatamente, sendo que não vai haver um local de paragem, mas sim uma área na qual é possível garantir que a bobina fica imobilizada.



Figura 7.12 - Almofadas insufláveis [46]

A área com as riscas amarelas é a área na qual a bobina vai parar, não sendo possível determinar o local exato. Este mecanismo tem a vantagem de não apresentar nenhum custo energético. O funcionamento consiste na colocação de almofadas que vão absorver a energia cinética das bobinas, assim, quando as bobinas embatem nas almofadas vão ter uma diminuição

significativa da energia cinética, fazendo com que a sua velocidade seja consideravelmente reduzida. Como é possível ver no anexo Q, as dimensões deste mecanismo podem ser alteradas conforme as dimensões geométricas e peso das bobinas que estiverem a ser transportadas.

Com o mesmo princípio de funcionamento, existem também umas almofadas da mesma marca que vão fazer com que a velocidade das bobinas reduza significativamente. Estas almofadas podem ser utilizadas em conjunto com diversos mecanismos. Na Figura 7.13, está representado este mecanismo.

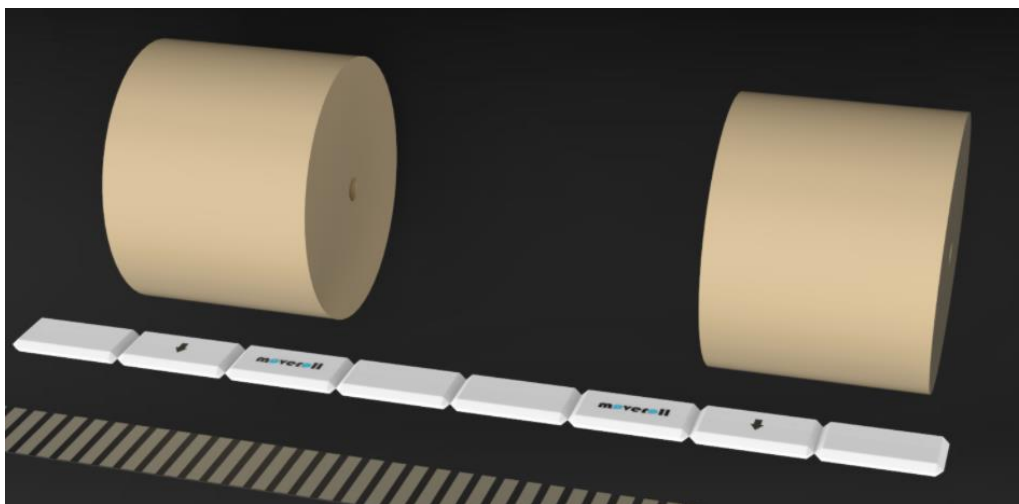


Figura 7.13 - Almofadas para diminuir a velocidade das bobinas [46]

Este mecanismo pode ter configurações diferentes conforme o objetivo. No anexo Q, estão representadas as diferentes formas de utilização deste mecanismo e as respetivas especificações técnicas.

7.1.4 Utilização de AGVs, Empilhadores e Carros de Transferência para o Transporte de Bobinas

No capítulo 5, foi abordada a utilização de AGVs e de empilhadores para fazer o transporte de paletes. Os mesmos mecanismos podem ser utilizados para fazer o transporte de bobinas, sendo necessárias apenas umas pequenas alterações.

Esta dissertação vai centrar-se principalmente na utilização de AGVs e de carros de transferência como mecanismos para fazer o transporte de bobinas, por serem aqueles que podem ser automatizados. Como mencionado no capítulo 1, o principal objetivo desta dissertação é o projeto de sistemas de transporte, o que implica a automatização dos mesmos, e os empilhadores não estão de acordo com essa linha de pensamento.

As alterações fundamentais que têm de ser feitas, são nos braços do equipamento, quer sejam empilhadores ou AGVs, pois a forma como se transporta uma paleta é diferente da forma como se transporta uma bobina.

Na Figura 7.14, está um exemplo do mecanismo que faz o transporte de bobinas e que pode ser acrescentado a um empilhador ou a um AGV. No caso representado na figura, o acessório está acoplado a um empilhador. Estas garras têm de ser adaptadas ao tipo de papel que estão a transportar, pois diferentes tipos de papel requerem a aplicação de diferentes pressões. [43]



Figura 7.14 - Garras acopladas a um empilhador para transportar bobinas [43]

Na Figura 7.15, estão representadas umas garras semelhantes às apresentadas em cima, mas com uma característica diferente. Estas garras permitem fazer a rotação das bobinas. Por outro lado, vão ter uma menor capacidade de transporte, sendo que no máximo vão conseguir transportar bobinas de 5 toneladas. Este peso representa 62,5% da capacidade do modelo apresentado anteriormente.

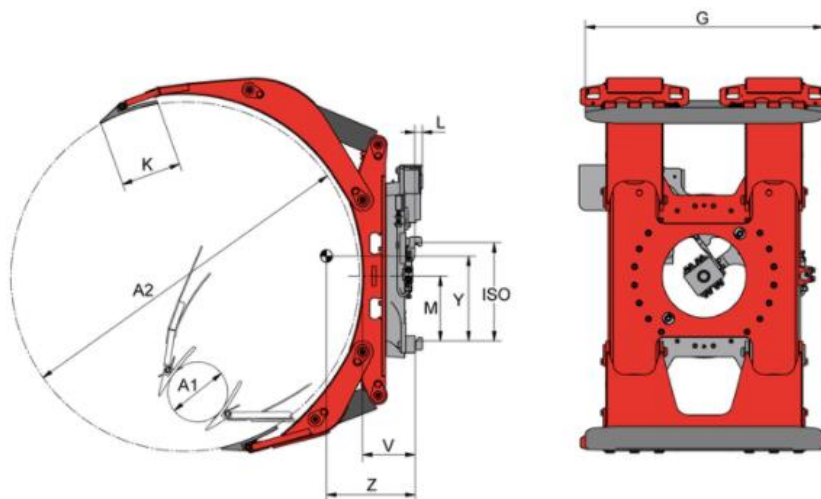


Figura 7.15 - Desenho de garras que permitem fazer a rotação das bobinas [52]

Outro acessório que existe para fazer o transporte de bobinas de papel e que pode também ser acoplado a um empilhador ou a um AGV é o representado na Figura 7.16. Este mecanismo permite pegar em bobinas que estejam na horizontal, garantindo o seu fácil posicionamento.



Figura 7.16 - Acessório que permite o transporte de bobinas

Os AGVs podem ter diferentes formas, que se vão acomodar às dimensões e ao peso da bobina, seja a bobina de papel ou metálica. Assim sendo, a escolha de um AGV como o transportador indicado para determinado caso, não se vai prender com o tipo de bobina que vai transportar, mas sim com o tipo de trajetória que a bobina vai descrever, e com as condições em que a bobina tem de descrever a trajetória. No caso de não se encontrar num catálogo o modelo exato que se necessita para fazer o transporte de um determinado tipo de bobina, é possível mandar fazer um AGV à medida, pois a tecnologia é sempre a mesma, mudando apenas o apoio.

O transporte de bobinas ao nível do solo pode também ser feito utilizando carros de transferência. Estes carros podem ser utilizados para fazer o transporte tanto de bobinas de papel como de bobinas metálicas, sendo que normalmente são utilizados para o transporte de bobinas metálicas, já que têm capacidades de carga muito elevadas e as bobinas metálicas são, por norma, mais pesadas. Dentro dos carros de transferência existem muitos modelos diferentes que servem diferentes objetivos.

Na Figura 7.17, está um exemplo destes carros de transferência. O modelo apresentado, permite o transporte de bobinas até 50 toneladas, sendo que pode transportar uma ou duas bobinas em simultâneo [53]. Este modelo apresenta várias variantes, existindo a possibilidade de terem rodas que vão andar num carril ou de terem rodas com pneus para andar no chão da unidade onde são instalados. Este carro de transferência pode ter o sistema de um AGV ou de um RGV, sendo que não tem de ser guiado por um trabalhador. Pode ainda fazer parte de um conjunto maior de carros de transferência que estão ligados entre si e que na frente têm o carro que tem o motor e que faz a força que puxa os outros carros.



Figura 7.17 - Carro de transporte [53]

Os carros de transferência podem ter várias fontes de alimentação: podem ter bateria, por cabo, através da passagem de energia dos carris para o carro, ou ainda, podem não ter nenhum tipo de alimentação e serem só transportados por outro carro que tem uma das várias fontes de alimentação.

Na Figura 7.18, está representado um exemplo de um carro que não tem fonte de alimentação e cujo propósito é ligar-se a outro carro transportador. Estes carros podem ser por exemplo, ligados a empilhadores [54]. A mesa onde as cargas vão ser colocadas pode ser customizada de forma a acomodar os requisitos necessários. [54]



Figura 7.18 - Carro de transporte sem fonte de energia [54]

Os carros de transporte são utilizados principalmente quando se trata do transporte de bobinas metálicas, e quando existe a necessidade de mover várias bobinas em simultâneo, pois os carros de transferência podem suportar cargas com várias toneladas.

Na Figura 7.19, está um exemplo de um carro de transferência apropriado para o transporte de bobinas. Este carro é movido através de um motor que é alimentado através dos carris, sendo que este carro pode ser alterado, e pode-se ter outro sistema de transferência de energia. Este modelo específico tem capacidade para transportar cargas até vinte toneladas. [55]



Figura 7.19 - Carro de transferência adaptado para o transporte de bobinas [55]

Estes carros apresentam inúmeras vantagens, pois permitem que as cargas descrevam trajetórias muito complexas, e permitem que exista evolução da trajetória, ou seja que possam ser alterados os parâmetros sem que por isso seja necessário recorrer a um novo sistema de transporte ou proceder a mudanças drásticas.

Os carros de transferência podem ser utilizados em simultâneo com outros mecanismos que permitem o transporte de bobinas, pois estes têm um propósito fixo. É fundamental, ter em atenção que quando se escolhe um mecanismo para fazer o transporte de cargas deve-se analisar apenas uma situação, pois no mesmo local podem coexistir diversos mecanismos.

7.2 TRANSPORTE DE BOBINAS UTILIZANDO PONTES ROLANTES

A utilização de pontes rolantes para fazer o transporte de bobinas é comum às bobinas de papel e às bobinas de metal, apenas diferindo no acessório utilizado para pegar na bobina. A principal vantagem da utilização deste mecanismo, é o aproveitamento do espaço. Se as bobinas são transportadas na parte superior da fábrica, vão permitir que toda a parte inferior fique disponível para processos de fabrico e/ou logística.

No entanto, a instalação deste mecanismo exige um maior cuidado. Existem duas formas possíveis de instalar este mecanismo. A primeira, consiste na utilização das vigas e pilares do local onde este vai ser instalado. A segunda, consiste na utilização de uma estrutura previamente existente na parte superior do local, para suportar o peso da ponte rolante. Em ambos os casos, é necessário garantir que as estruturas pré-existentes têm capacidade para aguentar não só a estrutura da ponte rolante, mas também as bobinas que vão ser transportadas. [56] Esta é uma parte fundamental do projeto, pois o peso das bobinas pode atingir até vinte toneladas.

Uma vez que estes sistemas apresentam inúmeros fatores que devem ser tidos em conta, e que cada caso é um caso, a forma como o mecanismo vai ser instalado vai depender dos requisitos do comprador e das condições que o local de instalação apresenta. Na maioria dos casos estes mecanismos são feitos por encomenda.

No entanto existem condições que são transversais a todos os tipos de pontes rolantes. As pontes rolantes podem ter como fonte de alimentação três elementos diferentes, a força humana, a eletricidade e ainda podem ser pneumáticos.

Dentro das pontes rolantes, estas podem dividir-se em 5 grupos, as pontes, que podem ser simples ou duplas, consoante o número de vigas, os pórticos, as rotativas, as estação de trabalho e as de monocarril. [57]

As pontes rolantes são constituídas por um par de carris paralelos, onde são colocadas vigas. Pode ser colocada apenas uma ou duas vigas. No caso de ser colocada apenas uma viga, esta tem nas extremidades duas barras perpendiculares à viga que vão circular sobre os carris. No caso de serem colocadas duas vigas, estas estão ligadas através das duas barras perpendiculares, de forma a serem sempre paralelas, tendo em conta que são estas duas barras que vão andar sobre os carris e permitir o movimento da ponte rolante. [58]

Na Figura 7.20 está um exemplo de uma ponte simples, ou seja, constituída por apenas uma viga. Neste caso, e como é visível na figura, o mecanismo que permite elevar e baixar o gancho, ou o acessório que vai elevar as cargas encontra-se na parte inferior da viga.



Figura 7.20 - Ponte rolante simples [59]

Na Figura 7.21, está um exemplo de uma ponte dupla. Neste tipo de ponte rolante, o mecanismo que vai fazer subir e descer o acessório que efetivamente vai pegar nas bobinas está situado na parte superior das vigas da ponte.



Figura 7.21 - Ponte rolante dupla [59]

A escolha entre uma ponte rolante simples ou dupla prende-se com vários fatores, como a carga que vai ser necessária transportar, as possíveis alterações que possam ser feitas na linha de montagem, e a altura à qual é necessária elevar as cargas.

Devemos escolher uma ponte rolante simples quando temos cargas menos pesadas a serem transportadas, e quando não é necessário elevar tanto a carga que vai ser transportada. Também podem ser utilizadas pontes simples, quando não existe espaço na parte superior do armazém onde vai ser instalada a ponte rolante, pois se não existir espaço superior, não vai ser possível instalar o mecanismo que faz subir e descer o acessório de transporte.

Devemos escolher a ponte rolante dupla quando é necessária uma maior capacidade de carga e quando existe a possibilidade de haver alterações na linha de montagem ou produção, pois as pontes rolantes duplas, para além de permitirem o transporte de maiores cargas, permitem também o transporte onde existe uma maior diferença de cota, sendo que esta diferença de cota vai também depender do vão da unidade onde é instalada a ponte rolante.

No entanto, existem alterações que são possíveis fazer a pontes rolantes simples de forma a permitir que estas tenham uma maior capacidade, mas essas alterações têm custos elevados, sendo muitas vezes, economicamente mais favorável escolher logo a ponte dupla.

Concluindo, a ponte rolante dupla, quando existe o espaço superior disponível apresenta mais vantagens que a ponte rolante simples, no entanto, a ponte rolante dupla, é economicamente menos acessível.

As pontes rolantes podem ser divididas em duas partes, sendo a primeira a estrutura que suporta o peso e sobre a qual vai existir movimento, e a segunda, o acessório que vai efetivamente permitir o transporte das cargas. [59]

Uma questão ligada à utilização de pontes rolantes, e que é independente de serem simples ou duplas, é se estas são montadas na parte inferior, ponte suspensa, ou superior, ponte apoiada, das vigas onde estão instalados os carris.

Na Figura 7.22 a) e na Figura 7.22 b) é possível ver a diferença destes dois tipos de montagem.



Figura 7.22 - Ponte rolante

a) Configuração apoiada b) Configuração suspensa [60]

Quando se faz a escolha entre uma configuração apoiada e uma configuração suspensa, temos de ter em conta três fatores:

1. Qual a dimensão da área de chão que temos disponível?

Esta questão é muito importante, pois a utilização da configuração apoiada, vai requerer a implementação de vigas para suportar o peso da estrutura, enquanto que, na configuração suspensa pode-se simplesmente utilizar a estrutura que já está pré-construída.

A adição de colunas vai diminuir a área de chão disponível para as outras operações, assim sendo, apenas se pode colocar uma viga apoiada, se existir área suficiente para tal. [60]

2. Qual a altura de elevação necessária?

Ao utilizar uma montagem com configuração apoiada, vai ser possível elevar mais as cargas do que quando se utiliza uma montagem com configuração suspensa, pois perde-se o espaço equivalente à viga onde a ponte vai rolar. [60]

3. Qual a possibilidade de a produção mudar?

Quando se utiliza uma montagem com a viga apoiada, esta vai permitir acomodar com maior facilidade alterações futuras que sejam necessárias fazer, pois tem mais capacidade de carga do que a configuração com a viga suspensa, e permite elevar as cargas a uma altura superior. [60]

Os pórticos, são outro tipo de pontes rolantes e são utilizados quando não existe uma estrutura disponível para proceder à instalação de uma ponte rolante. Os pórticos são maioritariamente utilizados no exterior, por exemplo, para fazer o transporte de contentores marítimos. Na Figura 7.23, está um exemplo deste mecanismo, sendo que é apresentada uma versão que pode ser utilizada dentro de um espaço fechado e que é portátil. No transporte de

bobinas, este mecanismo apenas vai ser utilizado na eventualidade de não existir forma nenhuma de se colocar uma outra estrutura.

No caso de o pórtico não ser portátil, estes vão ser constituídos por duas vigas que vão estar assentes em carris, permitindo que existam um movimento ao longo desses carris.



Figura 7.23 - Pórtico portátil [57]

Outra forma de movimentar as bobinas é utilizando uma grua de bandeira. Este mecanismo pode ser utilizado num espaço interior ou exterior, e permite fazer a rotação das bobinas. Ao contrário das soluções apresentadas anteriormente, não necessita de um carril, pois a estrutura não se vai mexer. Na Figura 7.24, está um exemplo deste mecanismo.

Este mecanismo permite rotações da carga de até 360°, sendo indicado, quando apenas é necessária fazer a rotação da carga, uma vez que não permite que esta saia do perímetro da circunferência de raio igual ao tamanho do braço do guindaste.



Figura 7.24 - Grua de bandeira [57]

Existem também pontes rolantes de posto de trabalho. Estas pontes rolantes, vão permitir o transporte de cargas menos pesadas numa área mais reduzida do que a das soluções apresentadas

anteriormente. Esta solução é utilizada, quando num determinado momento de um processo de produção ou montagem existe a necessidade de elevar uma carga. Esta problemática não se prende necessariamente com o transporte de bobinas.

Na Figura 7.25, está um exemplo deste mecanismo. Estes mecanismos podem ser suportados por colunas que estão encastradas no chão, ou podem, tal como acontecia com as pontes rolantes, estar fixados em estruturas colocadas na estrutura superior do armazém ou unidade fabril.



Figura 7.25 - Pontes rolantes de posto de trabalho [57]

Por último existem ainda as pontes rolantes de monocarril. A principal diferença deste mecanismo para as pontes rolantes convencionais é que a viga que faz a ponte entre as duas extremidades é estacionária, sendo que o movimento que este mecanismo proporciona é paralelo a essa viga. Neste mecanismo vai existir um *trolley*, que se vai movimentar ao longo da viga, e onde está suspenso o acessório que vai permitir o transporte das bobinas. A vantagem deste mecanismo, é a de poder ser facilmente adaptado a qualquer instalação, sendo que utiliza vigas em I, que podem já previamente existir na estrutura do local onde se vai dar o transporte, além de que pode ser utilizado um adaptador de suporte, de forma a poder adaptar o *trolley* a qualquer viga que já exista. Estes mecanismos são comumente utilizados em linhas de fabrico ou de montagem pela sua versatilidade. Na Figura 7.26, está um exemplo deste mecanismo.



Figura 7.26 - Monocarril [57]

Após ser escolhido o tipo de ponte rolante mais indicado para o caso em estudo, é necessário selecionar o acessório que efetivamente vai fazer o transporte das cargas. A escolha desse acessório é independente da escolha realizada anteriormente, pois todos eles podem ser adaptados de forma a tornarem-se compatíveis.

Um dos acessórios que pode ser utilizado é um gancho em forma de C. Este gancho é normalmente utilizado para fazer o transporte de bobinas metálicas. Estes mecanismos têm um mecanismo de contra peso que permite que as bobinas sejam transportadas na horizontal, garantindo assim que não escorregam. Estes acessórios têm capacidades que podem ir até às 35 toneladas, existindo vários modelos diferentes consoante as necessidades de cada fábrica. No anexo R, são apresentados vários modelos diferentes desta gama, bem como as situações em que devem ser utilizados. Na Figura 7.27, está representado um exemplo deste acessório.



Figura 7.27 - Gancho em forma de C [53]

Existem também ganchos em forma de C, que permitem a rotação da bobina. Na Figura 7.28, está um exemplo deste mecanismo.



Figura 7.28 - Gancho em forma de C que permite rotação [53]

Para fazer o transporte de bobinas de papel também existem ganchos em forma de C, mas têm uma configuração ligeiramente diferente. A zona que vai entrar no centro da bobina é mais fina, pois por normal, o diâmetro do furo central das bobinas de papel é menor que o das bobinas de metal. Na Figura 7.29, está representado um exemplo deste mecanismo.

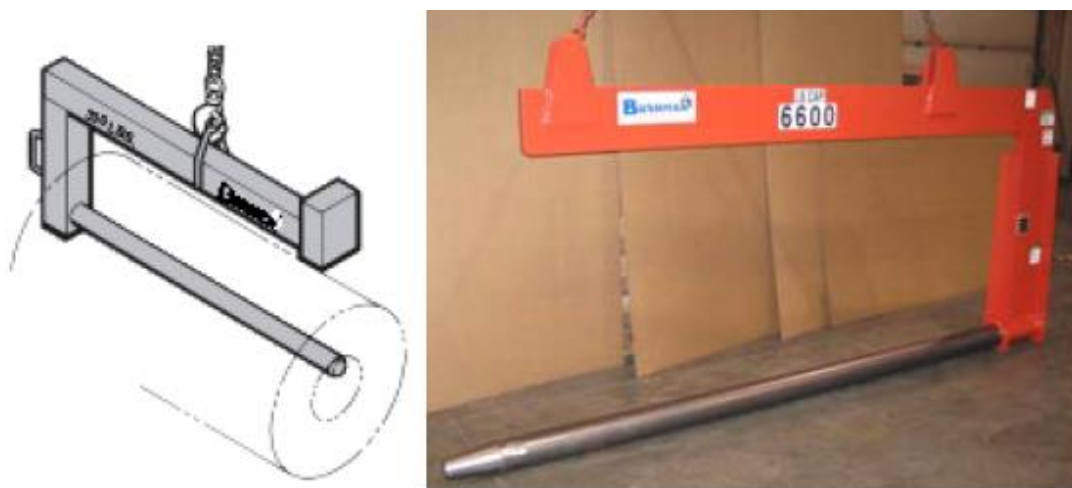


Figura 7.29 - Gancho em forma de C para bobinas de papel [53]

Outro acessório que pode ser utilizado para fazer o transporte de bobinas através de pontes rolantes são os grampos. Na Figura 7.30, é apresentado um esquema onde é possível ver todos os elementos que podem constituir um grampo. Estes podem ser mais ou menos simples consoantes as necessidades do processo.

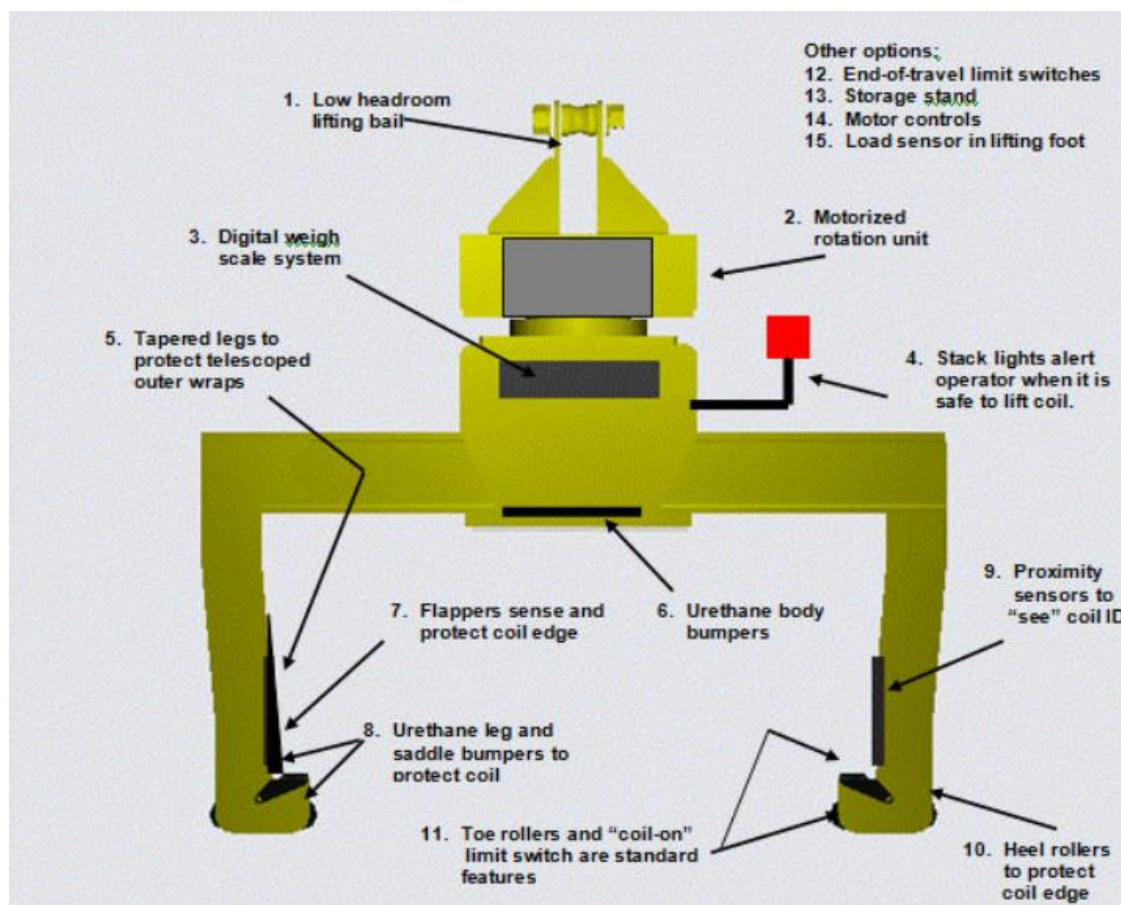


Figura 7.30 - Esquema de grampos para o transporte de bobinas [53]

Como é possível ver na figura acima, os grampos podem servir não só como um elemento de transporte, mas também como uma balança, e como um identificador da bobina, estas características permitem, que se assim for desejado, seja possível automatizar este mecanismo. Também na figura é possível ver que podem ser adicionados acessórios de proteção das bobinas aos grampos, de forma a proteger a carga que vai ser transportada.

Na Figura 7.31, está representado um exemplo de um grampo a fazer o transporte de uma bobina metálica. Como é possível ver através dessa mesma figura, os grampos entram na parte interior da bobina e exercem uma pressão sobre a mesma, de forma a que ela fique não só apoiada nos grampos, mas tenha uma força a ser exercida dos lados, garantindo assim uma maior segurança no transporte.



Figura 7.31 - Grampos a transportar uma bobina metálica [53]

Uma outra opção para o transporte de bobinas, e neste caso específico para o transporte de bobinas de papel, é a utilização de elevadores de vácuo. O funcionamento destes mecanismos é muito simples. Existe a aproximação do mecanismo, que está acoplado à ponte rolante, da bobina, este vai pousar em cima da mesma. É ativado o sistema de sucção que vai garantir que a bobina não fica presa ao mecanismo de transporte e depois pode-se dar o transporte da bobina. Este mecanismo permite que as bobinas sejam colocadas muito perto umas das outras, maximizando assim o espaço para armazenagem das mesmas, pois a aproximação dá-se por cima [61]. Na Figura 7.32, está representado um exemplo deste mecanismo.



Figura 7.32 - Elevador de vácuo [61]

Para o transporte de bobinas metálicas podem ser utilizadas correias que vão ser colocadas através do centro das bobinas metálicas. A utilização das correias protege as bobinas, mas torna o processo de transporte mais lento quando comparado com outros mecanismos, pois implica o posicionamento manual da correia. Existem diversos tipos de correias, de materiais e dimensões diferentes, permitindo responder a uma grande variedade de casos. Na Figura 7.33, está um exemplo da utilização destas correias para o transporte de bobinas metálicas.



Figura 7.33 - Cinta para o transporte de bobinas metálicas [62]

Estes são os mecanismos e respectivos acessórios que permitem o transporte de bobinas de papel e metálicas utilizando pontes rolantes. As pontes rolantes trazem inúmeras vantagens à movimentação de cargas, permitindo a realização de caminhos diretos entre dois pontos, aumentando assim a velocidade de transporte. Reduz o dano sobre as cargas que vão ser transportadas, pois como o percurso é mais direto evita a colisão com os objetos durante o trajeto, garantindo assim também a segurança dos trabalhadores, e por último, permite um maior aproveitamento do espaço, já que é possível empilhar mais alto as bobinas.

8. TRANSPORTE DE BOBINAS

Após serem apresentados os vários mecanismos que permitem fazer o transporte de bobinas de papel e de metal, torna-se necessário a elaboração de modelos de decisão que permitam a seleção do mecanismo mais indicado para cada situação.

Para isso, é necessário em primeiro lugar identificar as características em que o sistema vai operar, e quais os requisitos que são necessários responder com o sistema de transporte. Primeiramente é necessário identificar a forma como as bobinas estão organizadas. Este é um fator limitativo pois, é necessário, que o mecanismo que vai efetivamente fazer o transporte consiga aceder às bobinas. Este fator vai permitir ao projetista escolher entre transportadores, empilhadores ou pontes rolantes, que são as três principais formas de fazer o transporte das bobinas. Isto se as bobinas se encontrarem armazenadas. Se já se encontrarem prontas para o transporte este passo deve ser saltado.

Muitas vezes os vários mecanismos que foram apresentados no capítulo anterior podem e devem coexistir, pelo que nenhuma situação pode ser analisada por inteiro. Ou seja, deve-se dividir o sistema de transporte em várias partes e atribuir a cada uma o mecanismo adequado. Para isso algumas questões devem ser colocadas:

1. A bobina está pronta para o transporte?

Com esta pergunta, o objetivo é perceber se a bobina está armazenada em algum local específico e se tem de ser transportada para uma segunda localização onde depois se vai iniciar um outro tipo de transporte.

No caso afirmativo, podemos ter duas situações distintas, na primeira situação a bobina está armazenada, mas é a partir desse local que começa o transporte das bobinas. Como acontece quando são utilizadas pontes rolantes, nesta situação é comum as bobinas estarem mais próximas umas das outras. Na segunda situação, as bobinas estão armazenadas de forma a iniciar de imediato o seu movimento, ou seja, vão ser colocadas num transportador com a ajuda de um mecanismo. O mecanismo responsável por colocar a bobina no transportador vai variar de caso para caso.

No caso negativo, é necessário ir buscar a bobina ao local onde está armazenada e colocá-la na posição correta para iniciar o movimento. Dependendo da forma como as bobinas estão armazenadas podemos ter duas situações. Na primeira, existe espaço suficiente para utilizar um empilhador ou um AGV, que vai buscar a bobina e colocá-la na posição requerida. Na segunda, não existe espaço suficiente para um empilhador se movimentar e, por isso, torna-se necessária a utilização de uma ponte rolante para colocar a bobina no local desejado.

Resumindo, esta primeira questão está relacionada com a posição inicial da bobina.

2. Após a bobina estar na posição desejada, existe espaço no solo para fazer o transporte da mesma?

A questão do espaço disponível é muito importante, pois se não existir espaço no solo disponível para fazer o transporte das bobinas, vai necessariamente ser utilizada uma ponte rolante para fazer o transporte das bobinas. Relativamente ao modelo e tipo de ponte rolante que vai ser utilizada, isso já vai depender de outros critérios

No caso de existir espaço disponível no solo, tem de se avaliar se efetivamente se quer que o transporte se dê pelo solo, pois pode existir espaço disponível do qual não se quer abdicar para fazer o transporte das bobinas. Assim sendo, quando existe espaço disponível no solo existem três opções para fazer o transporte: por ponte rolante, utilizar um transportador ou utilizar um AGV ou carro de transferência.

3. A bobina vai percorrer longas distâncias?

Esta questão é importante, pois a distância que as bobinas vão percorrer vai influenciar o transportador. Nesta questão estamos apenas a considerar a possibilidade de utilizar transportadores, carros de transferência ou AGVs. Se a distância for curta pode apenas ser necessário utilizar um empurrador e um amortecedor, mas, para fazer utilização deste mecanismo é necessário que haja uma área de segurança disponível.

A escolha entre estes mecanismos vai depender essencialmente de dois fatores, a complexidade da trajetória e o tipo de bobina que está a ser transportada.

Na Figura 8.1, encontra-se o fluxograma que traduz estas questões. Este fluxograma é o primeiro relativo ao transporte das bobinas, sendo que apenas indica o tipo de mecanismo que vai ser utilizado. Assim sendo, para obter uma solução mais específica é necessário consultar os restantes fluxogramas que são apresentados mais à frente.

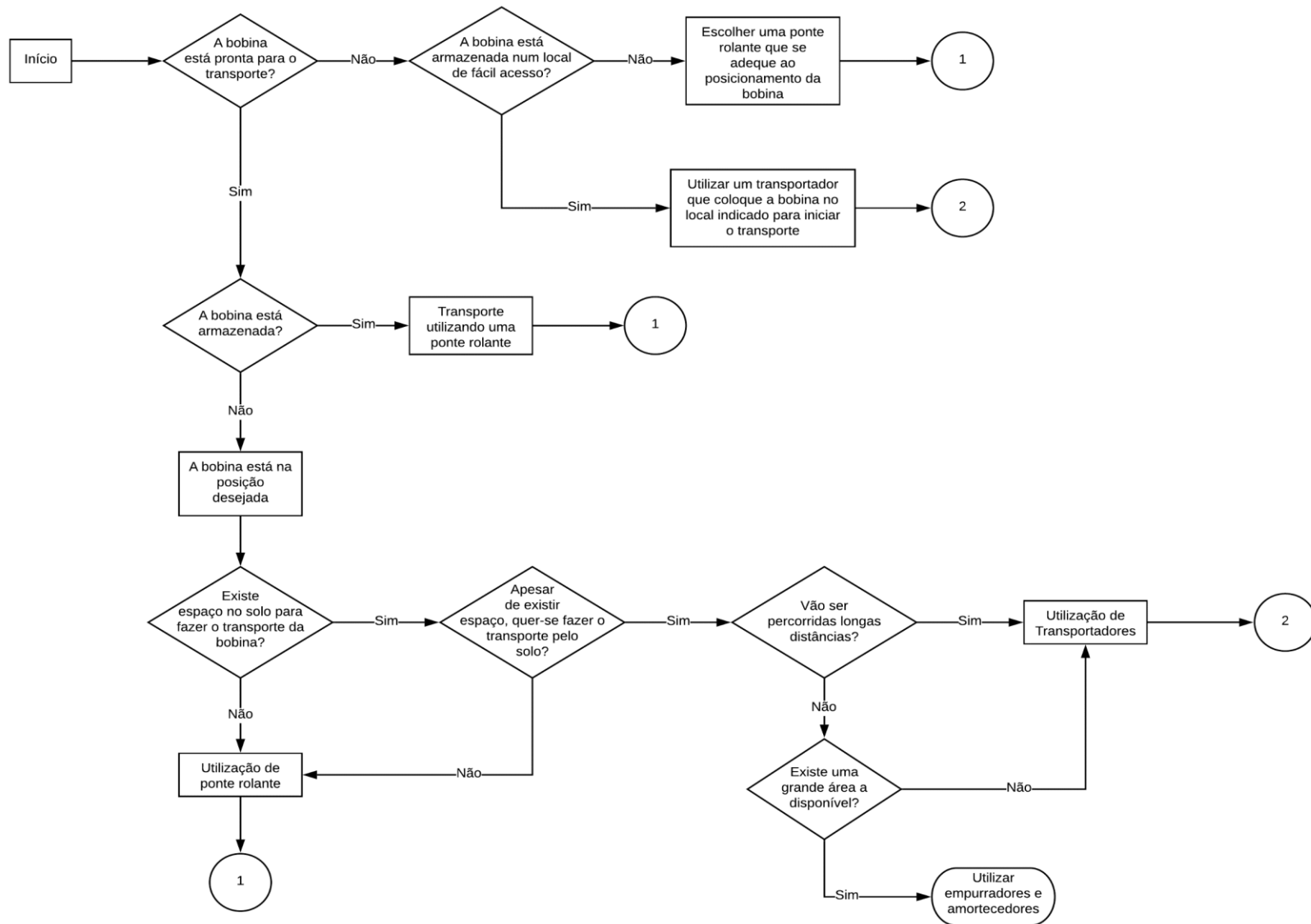


Figura 8.1 - Modelo de decisão inicial para o transporte de bobinas

Após a análise do fluxograma da Figura 8.1, já é possível ter uma ideia do tipo de transportador que se deve escolher, no entanto, antes de ser tomada uma decisão, existem outros critérios que devem ser tidos em conta.

Começando na escolha do mecanismo para fazer o transporte ao nível do solo, dentro dos mecanismos que podem fazer o transporte de bobinas ao nível do solo, existem 3 grupos distintos que vão ser utilizados em casos diferentes. O primeiro grupo são os empilhadores e empurradores, Estes mecanismos devem ser utilizados quando se está a fazer o transporte de bobinas de papel, por curtas distâncias e quando o chão é liso ou tem uma rede metálica por onde as bobinas podem rolar. Os empurradores e amortecedores também podem ser utilizados como complemento dos transportadores, colocando as bobinas de papel em posição para começarem o seu percurso. O segundo grupo são os empilhadores, AGVs, RGVs e carros transportadores. Estes vão servir principalmente quando a bobina não está no local necessário para iniciar o seu transporte ou quando as trajetórias são muito complexas para serem feitas por transportadores.

O último grupo são os transportadores, que são aqueles que incorporam a maioria dos casos, devido também ao facto de serem o grupo com maior número de opções diferentes. Os transportadores devem assim ser usados quando, as trajetórias são longas e não demasiado complexas.

Na Figura 8.2, está representado o fluxograma do modelo de decisão que permite determinar em que situação se encontra o caso que está a ser estudado e que remete para o fluxograma de um dos três grupos apresentados, permitindo assim uma análise mais detalhada.

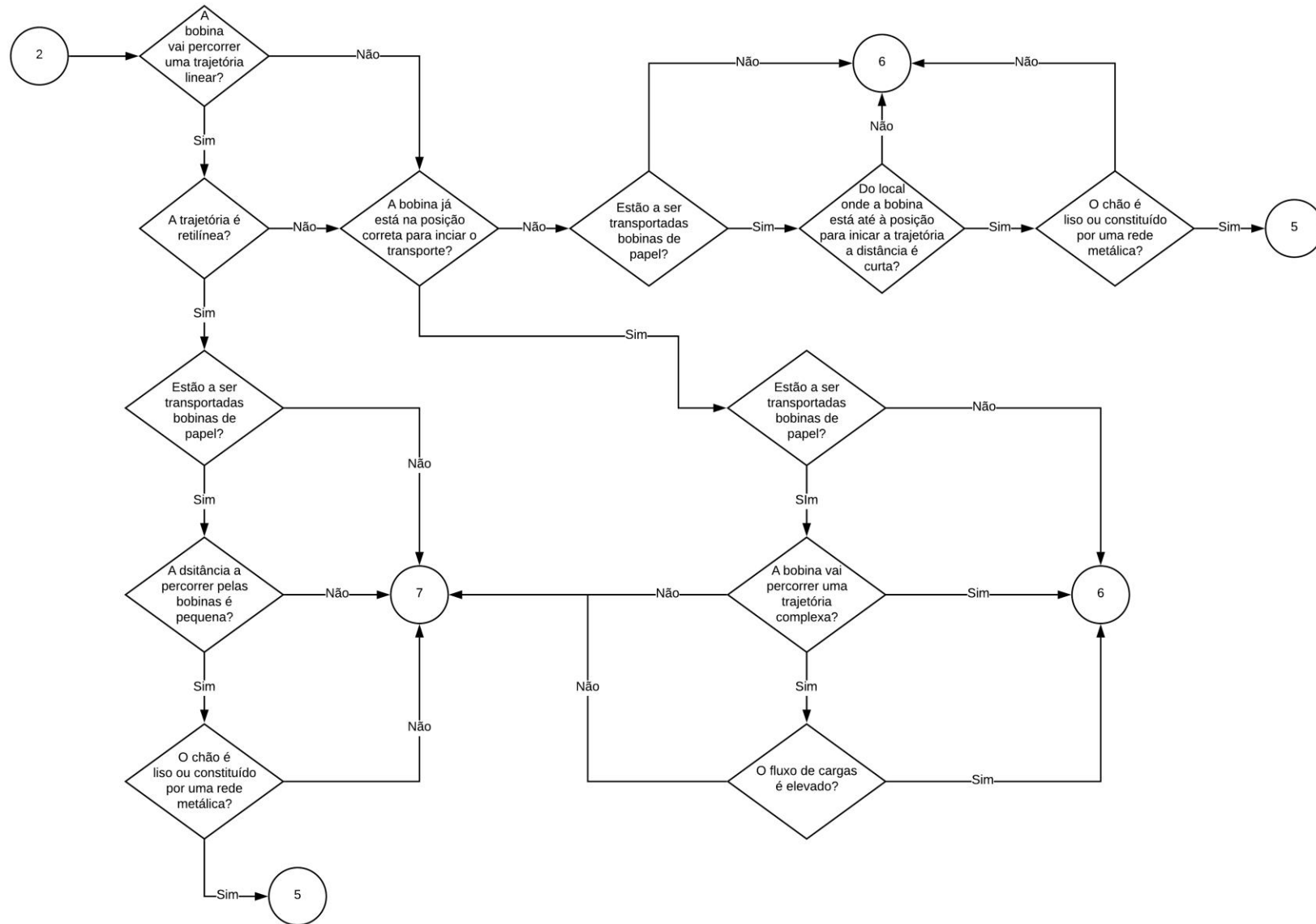


Figura 8.2 - Modelo de decisão 2 - Transporte de bobinas ao nível do solo

Após a análise do fluxograma presente na Figura 8.2, segue-se para um segundo fluxograma. Assim, vão ser analisadas as três hipóteses possíveis.

A primeira hipótese apresentada é a necessidade de utilizar empurradores e amortecedores. Os empurradores e amortecedores podem ser utilizados em duas situações distintas, sendo que em ambas as situações estão sempre a lidar com bobinas de papel. A primeira situação possível é a utilização de empurradores e amortecedores para ajudarem a bobina a fazer toda a trajetória que ela tem de percorrer. Se estivermos perante esta situação, temos apenas de avaliar se as bobinas que vão ser transportadas vão estar sempre no mesmo local. No caso de a resposta ser negativa, então deve-se utilizar um empurrador móvel; e se a bobina tem um local exato onde tem de parar; quando as bobinas têm um local exato para parar, convém utilizarem-se dois conjuntos de amortecedores. Quando a bobina entra em contacto com o amortecedor não para de imediato, apenas perde uma parte da energia cinética. Ao ter dois grupos de amortecedores, vai poder deambular entre os dois até parar. A segunda situação possível, é a de os empurradores e amortecedores apenas ajudarem a bobina a ser colocada sobre um transportador. Neste caso, depois de escolhidos os empurradores e amortecedores que satisfazem os requisitos necessários, deve-se partir para o modelo de decisão 7, que está representado na Figura 8.5, de forma a poder escolher-se o transportador mais adequado.

Assim sendo, na Figura 8.3, está representado o modelo de decisão 5, que corresponde á escolha dos empurradores e amortecedores adequados para o transporte de bobinas de papel.

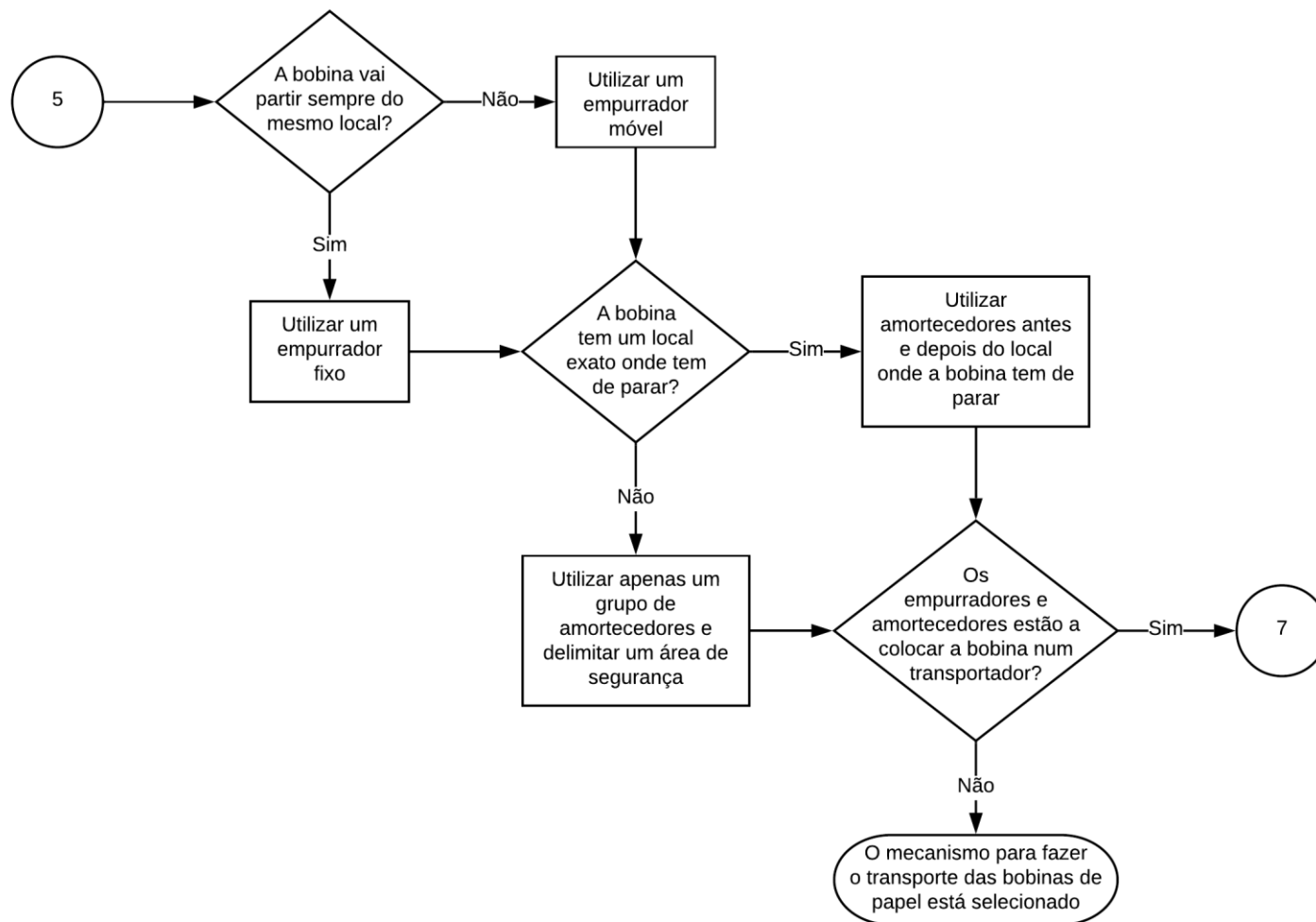


Figura 8.3 - Modelo de decisão 5 - Empurradores e amortecedores

Após a análise do fluxograma da Figura 8.2, um dos fluxogramas para os quais se pode ser remetido é o representado na Figura 8.4. Este fluxograma apresenta o modelo de decisão 6. Neste modelo de decisão, o principal objetivo é decidir entre quatro opções diferentes, sendo estas: a utilização de empilhadores, a utilização de AGVs, a utilização de RGVs e a utilização de carros de transferência. A diferença entre a utilização de AGVs e de RGVs, prende-se com o facto de o segundo ter uma trajetória fixa, enquanto que utilizando os AGVs é possível alterar as trajetórias com relativa facilidade. A utilização de carros de transferência é comum quando é necessário transportar mais do que uma bobina de cada vez, pois é o que permite com mais facilidade essa manipulação das cargas. A utilização de empilhadores deve ser apenas em casos pontuais, ou seja, em trajetos não programados com antecedência.

Independentemente da escolha do mecanismo a utilizar, vai ser sempre necessário adaptá-lo, utilizando acessórios diferentes de forma a que correspondam aos requisitos do transporte das cargas. No final do fluxograma é necessário analisar se o mecanismo escolhido vai fazer todo o transporte das cargas ou se estas ainda vão necessitar de ser transportadas por outros transportadores. No caso de a resposta ser afirmativa, o fluxograma remete os projetistas para os modelos de decisão respetivos.

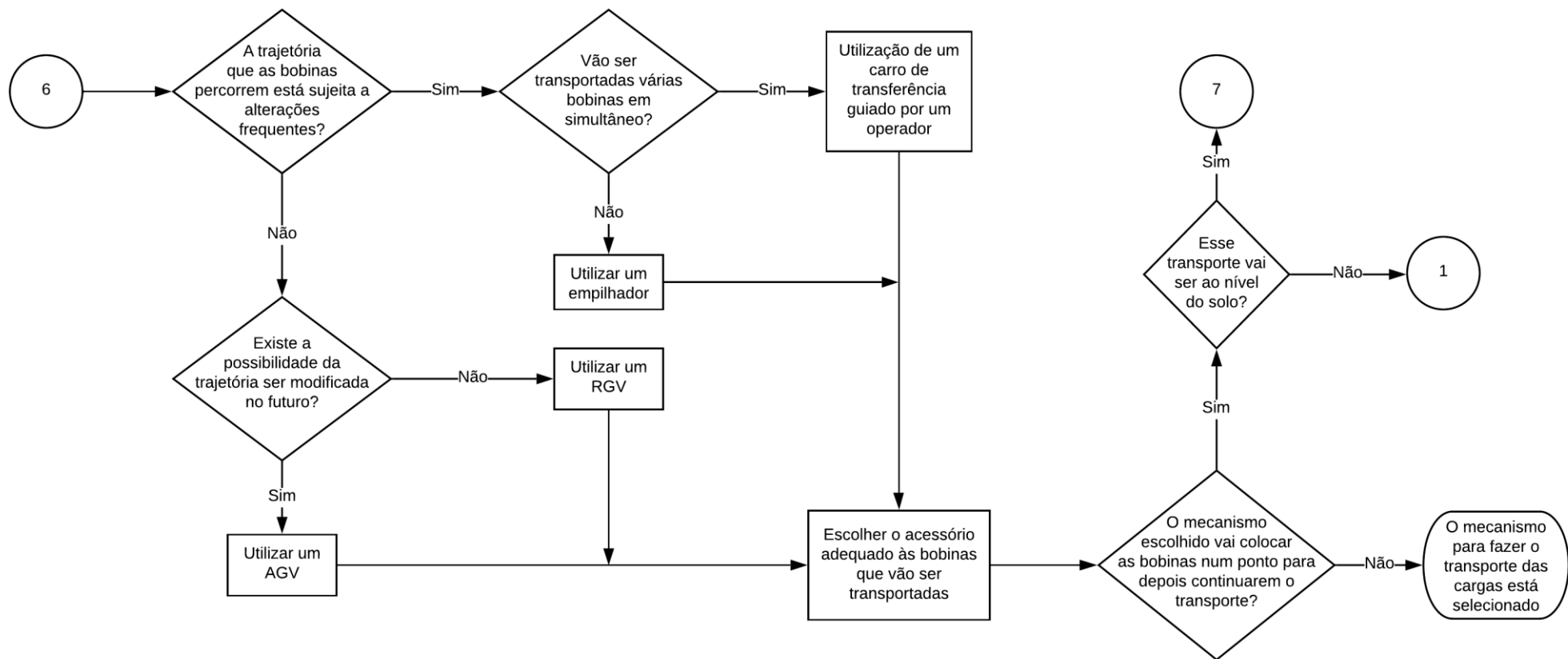


Figura 8.4 - Modelo de decisão 6 – Transportador a utilizar

Após a análise do modelo de decisão 2, representado na Figura 8.2, uma das opções para as quais podemos ser remetidos é para a utilização de transportadores. A partir do momento em que fica definido que a melhor opção para o transporte de bobinas é a utilização de transportadores, torna-se necessário perceber se estamos a analisar uma parte da trajetória retilínea ou se existem curvas e interseções. Primeiramente, deve-se analisar a parte retilínea da trajetória, pois os acessórios que vão permitir a mudança de direção das cargas, vão depender do tipo de transportadores que já estiver a ser utilizado. Assim sendo, o modelo apresentado na Figura 8.5, começa por fazer a diferenciação relativamente ao tipo de situação que está a ser analisada. Se se estiver perante uma situação de interseção ou mudança de direção deve-se consultar o modelo de decisão 8, no caso de se estar na situação em que a trajetória é retilínea, deve-se permanecer no modelo de decisão 7.

O primeiro critério a ter em consideração quando se está a fazer a análise da parte retilínea da trajetória é se o fluxo de cargas é ou não elevado. No caso de o fluxo de cargas não ser muito elevado, existem duas opções de mecanismos a ter em conta. A primeira é a utilização de carris com uma plataforma onde se pode colocar a bobina. Esta opção tem ainda duas variantes, na primeira é empurrada pelo operador, e na segunda a carga move-se com o auxílio de um motor. Esta opção deve ser considerada sempre que existir a possibilidade de encastrar os carris no chão do local onde se vai dar o transporte das cargas. No caso de não ser possível fazer o encastramento, pode-se recorrer à utilização de transportadores que funcionam com ar comprimido, como os da MoveRoll.

No caso do fluxo de cargas ser elevado existem dois tipos de transportadores que podem ser utilizados. O mais aconselhável são as correntes de barras em V, pois permitem que sejam transportadas várias bobinas em simultâneo, com segurança. A outra opção é a utilização de correntes modulares metálicas. Estas correntes permitem que seja feito o transporte das bobinas acima do nível do solo.

Na Figura 8.5, está representado o modelo de decisão que permite tomar a decisão relativamente ao tipo de mecanismo que deve ser utilizado, tendo em conta os critérios apresentados.

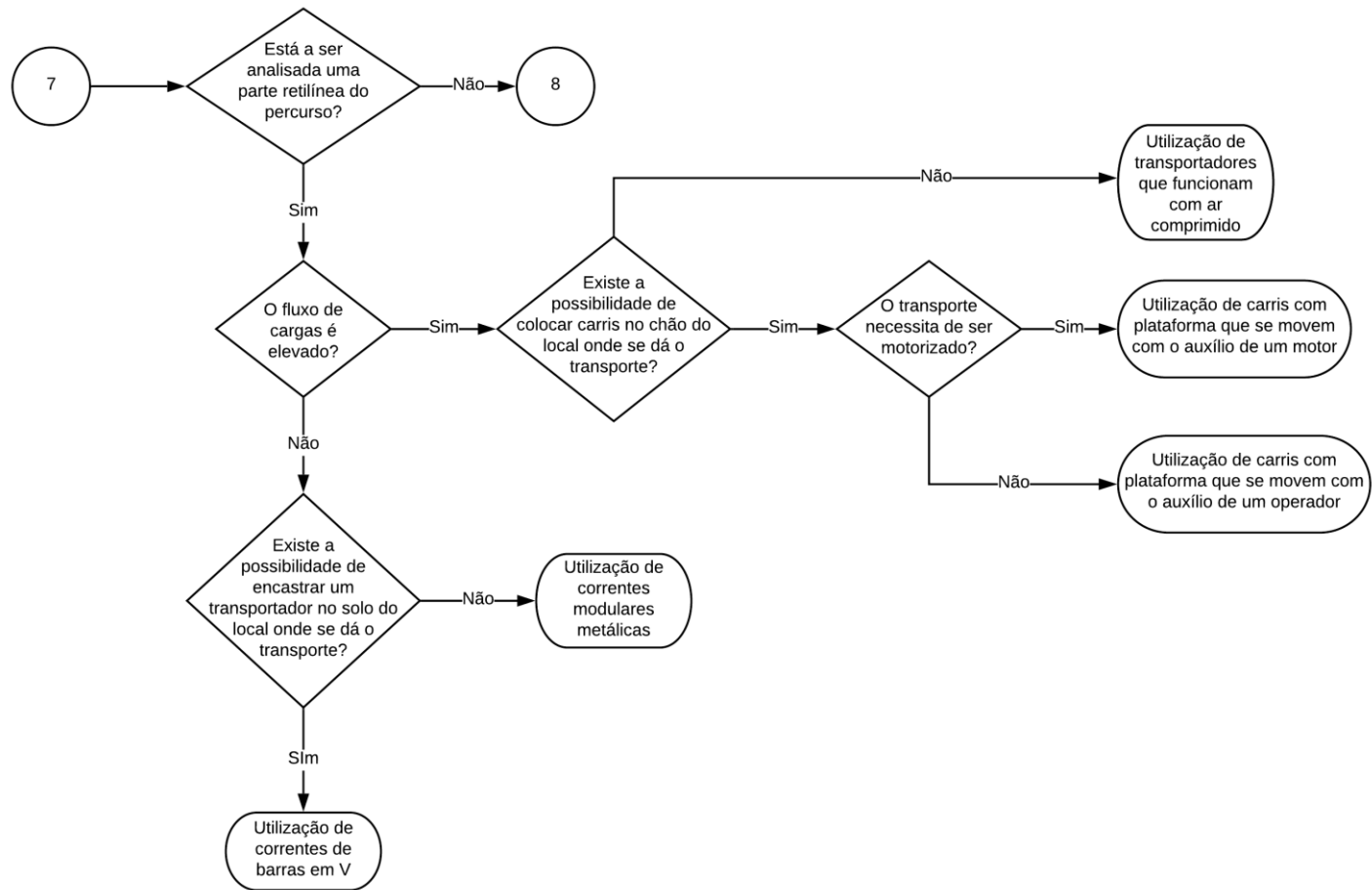


Figura 8.5 - Modelo de decisão 7 – Transporte ao nível do solo

O modelo de decisão apresentado na Figura 8.5, permite tomar decisões relativamente ao transporte de bobinas utilizando transportadores numa situação onde a trajetória é retilínea. No caso de existirem curvas ou de ser necessária a mudança de direção das bobinas é necessário analisar outro modelo de decisão, o representado na Figura 8.6. Em primeiro lugar é necessário identificar o transportador que está a ser utilizado, pois a escolha do mecanismo que vai permitir a mudança de direção depende desse transportador.

Se estiver a ser utilizada uma corrente de barras em V para fazer o transporte das cargas, não é possível fazer mudanças de direção abruptas, sendo necessário fazer uma curva, consoante o tipo de correntes de barras em V que estão a ser utilizadas e a amplitude do ângulo da curva, a área ocupada pelo transportador para fazer a curva pode ser maior ou menor. O mesmo acontece com as correntes modulares metálicas.

No caso de as bobinas estarem a ser transportadas utilizando um mecanismo que funciona à base de ar comprimido, a mudança de direção pode ser feita utilizando uma mesa rotativa com o mesmo princípio de funcionamento. Quando são utilizados carris com uma plataforma de suporte para a paleta existem duas opções para fazer as mudanças de direção. A primeira é a que foi exemplificada para a utilização de transportadores de correntes, ou seja, fazer a curva com o transportador; a segunda é a utilização de uma mesa rotativa, sendo que neste caso existem dois tipos de mesas rotativas que podem ser utilizados. Quando o transporte é manual, pode-se utilizar uma mesa rotativa que se move através da força exercida pelo operador com o pé. Quando o transporte é feito utilizando um motor, pode-se ter uma mesa rotativa motorizada também.

Na Figura 8.6, está representado um fluxograma que ilustra as várias condições apresentadas e que permite tomar uma decisão sobre qual o melhor mecanismo para fazer a mudança de direção das bobinas.

É necessário ter em atenção que o modelo de decisão apresentado na Figura 8.6, apenas contempla opções de mudança de direção para os casos abordados no modelo de decisão 7, representado na Figura 8.5.

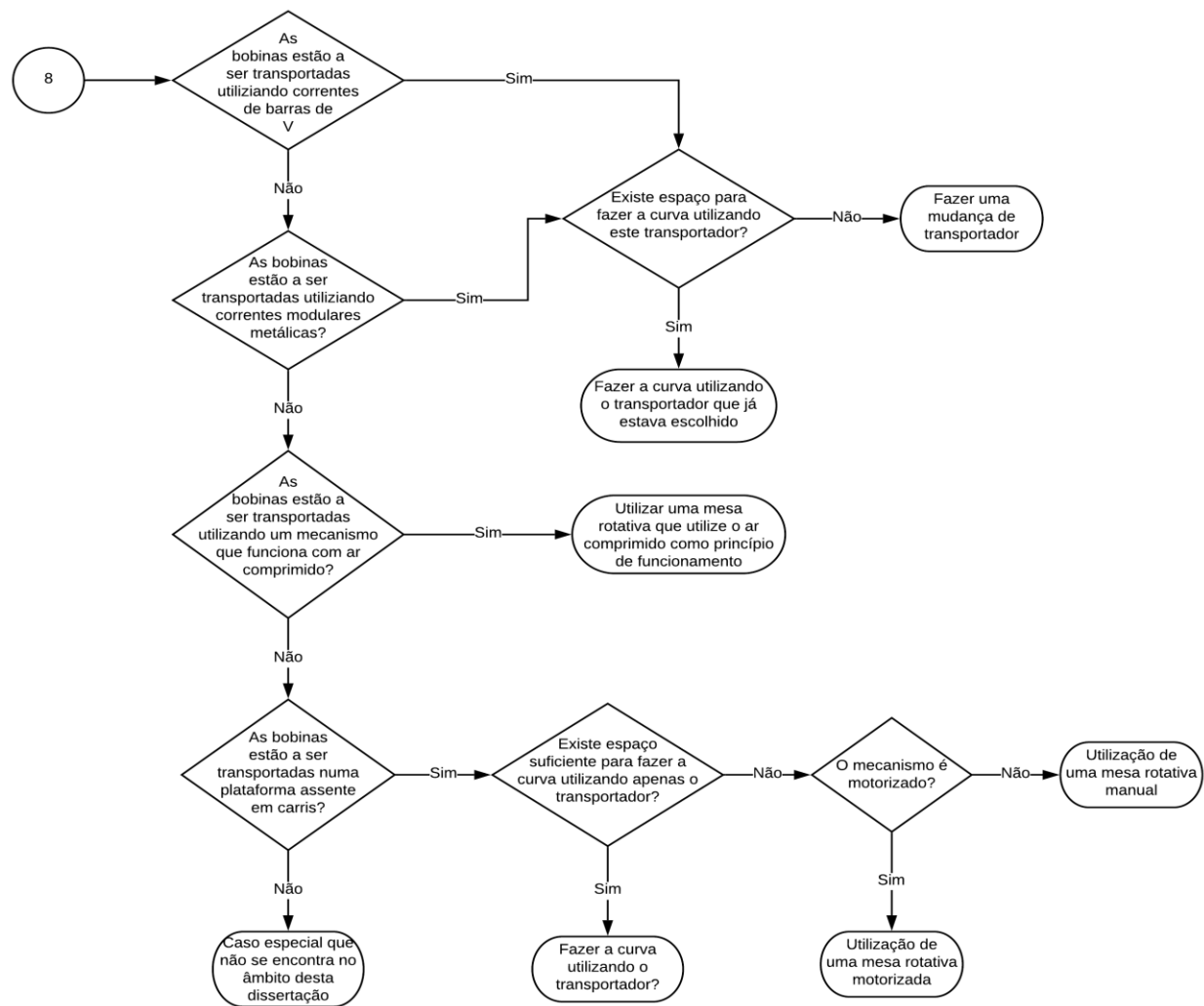


Figura 8.6 - Modelo de decisão 8 – Situação de mudança de direção

Relativamente à escolha da ponte rolante mais indicada para fazer o transporte de bobinas, existem várias considerações a ter em conta. Em primeiro lugar é necessário escolher o tipo de ponte rolante que melhor se adequa ao caso em estudo e, no caso da ponte rolante escolhida ser uma ponte simples ou dupla, torna-se necessário decidir se a ponte vai ser suspensa ou apoiada.

A primeira pergunta a ser colocada é se é necessária a rotação da posição da bobina, pois, se esta for a única ação que é necessária exercer sobre a bobina, a escolha da grua é simples, deve-se escolher um pórtico bandeira. A segunda pergunta a colocar é se é necessário exercer algum tipo de trabalho sobre a bobina, se a resposta for afirmativa, deve-se optar por uma ponte rolante de estação de trabalho, de forma a permitir que se possa trabalhar sobre a bobina.

Posteriormente, devemos ponderar se a carga se vai deslocar numa só direção. Se a resposta for afirmativa temos duas opções: a utilização de uma ponte rolante convencional ou a utilização de um monocarril. Para a utilização do monocarril é necessário que exista uma instalação já feita para esse efeito. No caso de já existir a instalação ou de ser possível a sua colocação deve-se optar pelo monocarril. No caso de não existir essa instalação ou se for previsível que existam alterações na trajetória das cargas, deve ser utilizada uma ponte rolante.

Através das perguntas relativamente às gruas e pontes rolantes que podem ser utilizadas para fazer o transporte de cargas, é possível concluir que o mecanismo que pode dar resposta à maioria das situações é a ponte rolante simples ou a ponte rolante dupla, pois os outros mecanismos são aplicados a exceções. Na Figura 8.7, está representado o modelo de decisão que permite escolher qual a grua ou ponte rolante que melhor se adequa ao caso em estudo.

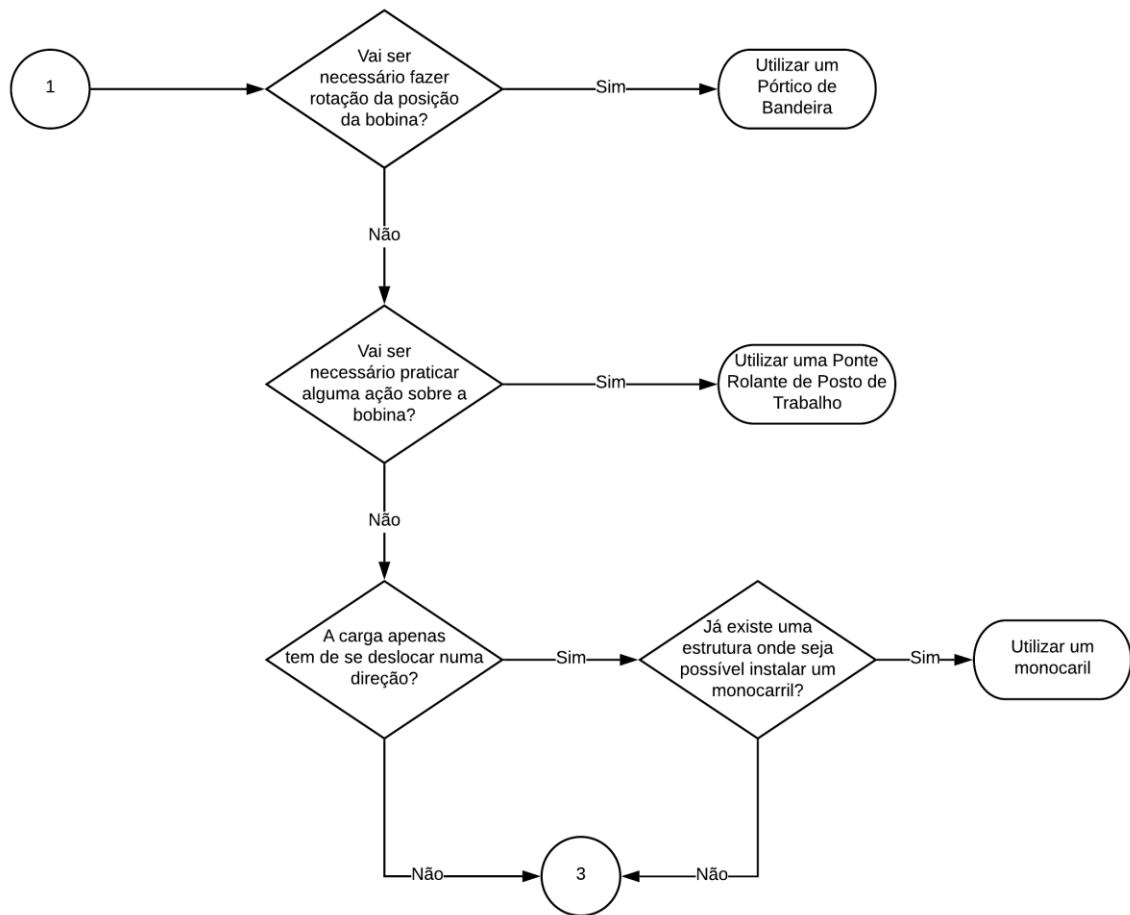


Figura 8.7 - Modelo de decisão 1 - Escolha da grua

No caso de no fluxograma representado na Figura 8.1 ter sido escolhida uma ponte rolante simples ou dupla, é necessário perceber como escolher entre uma e outra. Para isso, vamos utilizar os critérios já definidos. Assim sendo, a primeira a pergunta a colocar incide sobre o tipo de bobina, ou seja, se é uma bobina de metal ou uma bobina de papel. Esta pergunta deve ser colocada pois, se se tratar do transporte de uma bobina metálica, vai ser necessária uma ponte rolante dupla, por se tratar de uma bobina mais pesada. Quando se faz o transporte de cargas mais pesadas, ou quando é necessário elevar a bobina a uma altura superior à da viga de ponte, deve ser escolhida uma ponte rolante dupla. Nos outros casos deve-se optar por uma ponte rolante simples, exceto quando se preveem alterações no transporte das cargas, nesse caso deve ser escolhida uma ponte dupla por ser a que com mais facilidade acomoda alterações.

Na Figura 8.8, está representado em forma de fluxograma o modelo de decisão que permite escolher entre uma ponte rolante simples e uma ponte rolante dupla. Este fluxograma tem a particularidade de ter os ramos a convergirem todos para o mesmo número, que remete para outro fluxograma. Isto acontece porque após a escolha do tipo de ponte rolante torna-se fundamental escolher se esta vai ser do tipo apoiada ou suspensa.

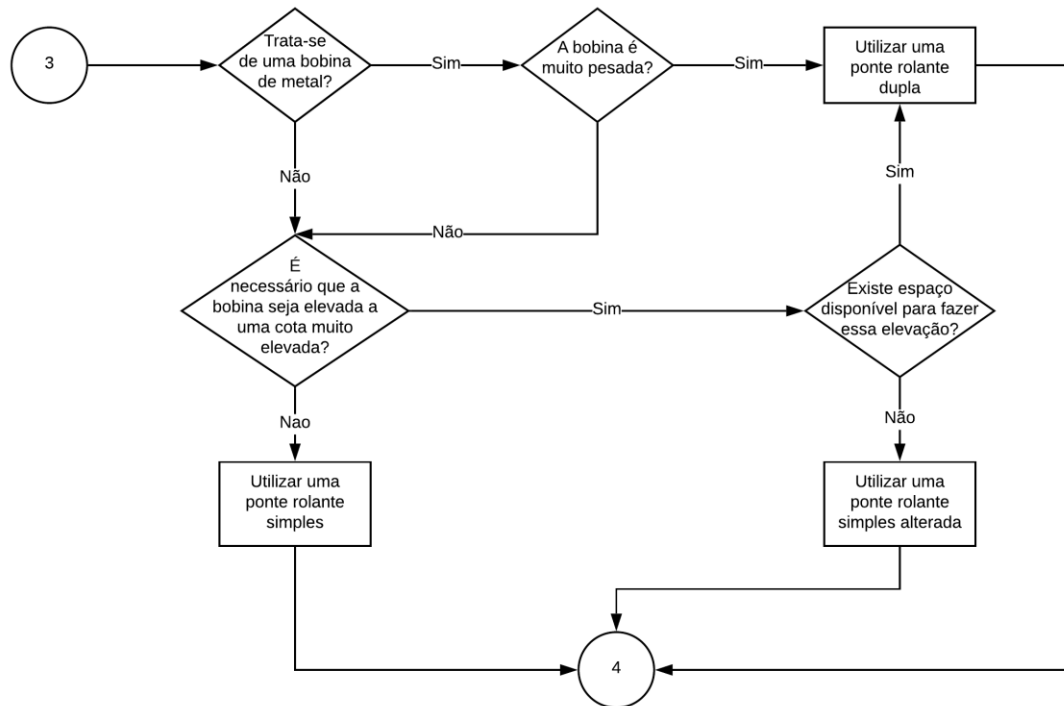


Figura 8.8 - Modelo de decisão 3 - Escolha entre ponte rolante simples ou dupla

Por último, é apenas necessário decidir se se deve optar por uma ponte rolante suspensa ou apoiada. Esta decisão vai depender de se é necessário elevar a carga a uma altura superior à qual a viga da ponte está colocada, se sim, nesse caso deve-se utilizar uma configuração onde a ponte está apoiada. Esta configuração também deve ser utilizada se existir a possibilidade de alterações no transporte das bobinas. Por outro lado, a configuração de ponte suspensa deve ser utilizada quando não são necessárias alturas tão elevadas, e quando não existe espaço disponível no chão para colocar as colunas de suporte necessárias ao transporte com configuração apoiada.

No caso de ser necessário atingir uma altura elevada, mas não existir espaço no chão para colocar as colunas de suporte, vai-se ter de adaptar o transporte das bobinas, de forma a poderem ser transportadas a alturas menores. Na Figura 8.9, está representado o modelo de decisão que auxilia na escolha entre uma configuração apoiada e uma configuração suspensa.

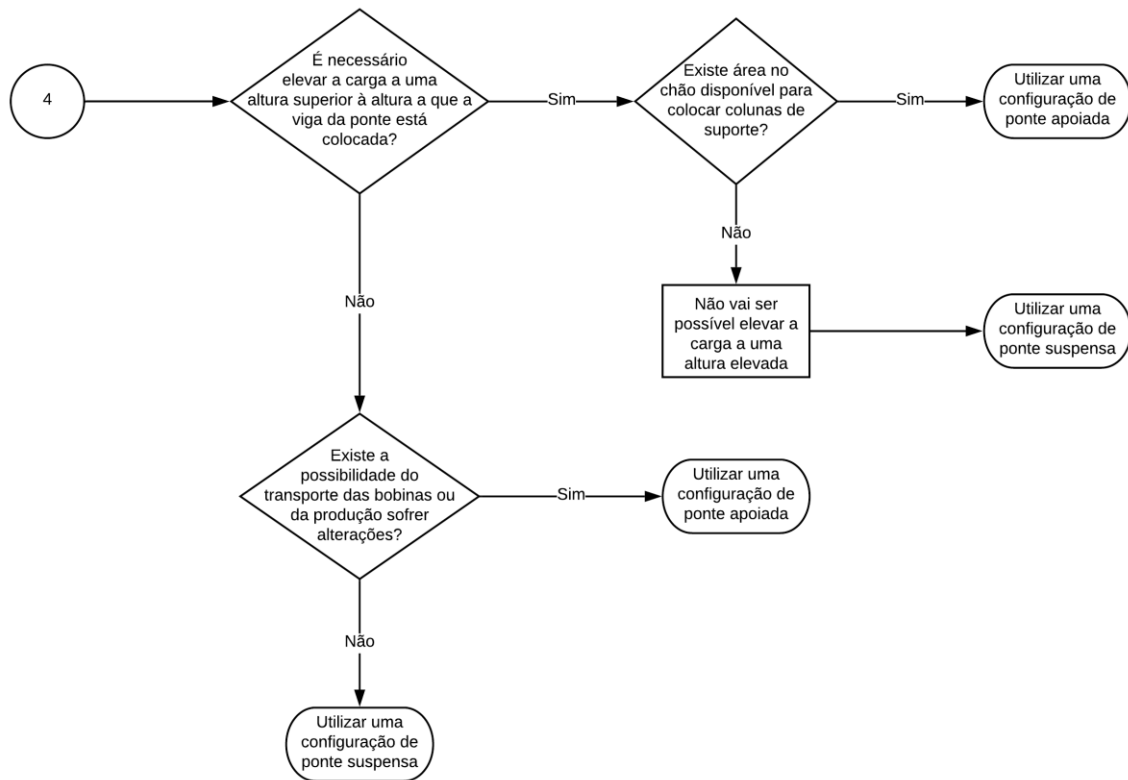


Figura 8.9 - Modelo de decisão 4 - Escolha entre uma configuração apoiada e suspensa

Após a análise do modelo de decisão apresentado na Figura 8.9, o projetista já tem material suficiente para decidir sobre qual o tipo de grua ou de ponte rolante que deve selecionar. No caso da escolha de uma ponte rolante, já é capaz de fazer a decisão entre uma ponte com configuração apoiada ou configuração suspensa. A escolha que fica a falta fazer é sobre o acessório que vai efetivamente pegar e transportar a bobina. A escolha desse acessório depende de caso para caso, e existe uma grande quantidade de opções. Assim sendo, não é possível apresentar todas essas opções e explicar para todos os casos possíveis qual é o acessório que melhor se adapta, e por essa razão não é apresentado nenhum modelo de decisão para a escolha do acessório.

9. ACESSÓRIOS PARA SISTEMAS DE TRANSPORTE

Para obter um sistema de transporte funcional é necessário que, para além de escolher os transportadores e os mecanismos adequados, se escolha os acessórios para o sistema de transporte que vão permitir o seu funcionamento em pleno. Alguns dos acessórios que vão ser abordados neste capítulo, foram brevemente falados nos capítulos anteriores, havendo assim a necessidade de abordar este tema de forma mais extensa.

Acessórios de sistemas de transporte, são os mecanismos que apesar de não serem essenciais podem fazer a diferença no funcionamento de um sistema de transporte de cargas unitárias pesadas. Acessórios de sistemas de transporte são também mecanismos que apesar de por vezes poderem não aumentar a eficiência ou a rentabilidade do sistema, mas que vão por outro lado, garantir a segurança das cargas e da mão-de-obra humana, tornando assim o transporte de cargas mais seguro.

Neste capítulo, vão então ser apresentados alguns dos acessórios que foram considerados fundamentais para o transporte de cargas unitárias pesadas.

9.1 SENSORES DE MOVIMENTO E DE PRESENÇA

Os sensores de movimento e de presença vão permitir o controlo do transporte de cargas de forma mais eficiente que os trabalhadores, permitindo assim a automatização dos processos de transporte.

Ao substituir alguns trabalhadores por sensores, vai não só garantir uma maior eficiência do sistema de transporte como também garantir a segurança das cargas que estão a ser transportadas e dos trabalhadores. Os sensores num sistema de transporte, podem ter várias funções, desde a verificação da presença de cargas à medição das mesmas. Um sensor funciona com base em estímulos que recebe e que posteriormente converte em sinais elétrico compatíveis com os circuitos que estão acoplados ao sensor. Por exemplo, um sensor reconhece que está uma carga no sistema de transporte, converte esse estímulo num sinal elétrico, que pode fazer, por exemplo, parar o transportador onde a carga segue.

Para o transporte de cargas unitárias pesadas, existem dois grupos de sensores que são fundamentais: os sensores de presença e os sensores de movimento. Os primeiros respondem ao movimento de cargas e os segundos apenas à presença das cargas. O que distingue estes dois

sensores, é que os sensores de presença detetam a carga independentemente de esta se encontrar em movimento ou não, enquanto que os sensores de movimento apenas detetam cargas que se estejam a movimentar.

Ao longo deste subcapítulo vão ser apresentados alguns sensores que podem ser utilizados no transporte de cargas pesadas, e as suas vantagens e desvantagens. A posterior escolha destes sensores, deve ser feita com base nas necessidades do sistema de transporte e nas características elétricas do mesmo.

Sensores fim de curso

Os sensores de fim de curso, servem para indicar que determinada carga atinge o final do seu percurso. Estes sensores são constituídos por um pequeno interruptor que, quando ativado, pode fazer parar um motor. Podem funcionar como dispositivos de seguranças, garantindo por exemplo, que não existe colisão de cargas.

Os sensores fim de curso, têm a vantagem de serem de baixo custo e de responderem à aplicação de forças externas de baixa intensidade. Na sua utilização, é importante garantir que não existe elementos que perturbem o seu funcionamento e que quando são ativados, a força que os ativa seja retirada, para o cursor poder voltar à sua posição inicial. Outra vantagem dos sensores fim de curso é a sua durabilidade.

Estes sensores fazem parte de uma vasta gama de sensores, e por isso a sua escolha deve ser cuidada e estudada.

Sensores indutivos

Sensores indutivos, são sensores de presença que determinam a presença de um objeto quando este atravessa o seu campo magnético. Estes sensores vão captar a presença de objetos metálicos ou objetos com corrente elétrica. Os sensores indutivos têm assim uma grande versatilidade, podendo ser utilizada a sua deteção de presença, para contar cargas ou medir velocidades.

No entanto, uma vez que o seu funcionamento se baseia na alteração do seu campo magnético, este não vai conseguir detetar cargas que não consigam alterar o campo magnético do sensor, e este também não pode ser instalado numa superfície metálica, a não ser que seja blindado, aumentando assim o custo do sensor.

Sensores fotoelétricos

Um sensor fotoelétrico, é um sensor de presença que deteta um feixe de luz, atuando quando existe uma variação na intensidade de luz recebida. Estes sensores convertem assim um sinal luminoso num sinal elétrico. O sinal elétrico pode ter características diferentes, consoante a intensidade da luz que é recebida pelo sensor, podendo assim medir distâncias e com alguma antecedência, controlar as cargas e garantir que não existem colisão das mesmas, bem como

garantir que o fluxo de cargas é constante. Estes sensores têm inúmeras aplicações, sendo que uma delas é a deteção de cargas. Uma das vantagens destes sensores, é o facto de serem muito acessíveis a nível económico.

Estes sensores são muito versáteis, e a sua versatilidade, traduz-se em inúmeras configurações diferentes, sendo que essas configurações divergem principalmente no modo como são acoplados ao sistema. Assim sendo, na altura da aquisição do mesmo é necessário adquirir a configuração que melhor se adapta à instalação.

Sensores ultra sónicos

Os sensores ultra-sónicos utilizam ondas ultra sónicas para a deteção de cargas. Tal como acontecia com os sensores fotoelétricos, os sensores ultra sónicos emitem ondas mecânicas que quando devolvidas de volta ao sensor significa que a onda colidiu com um objeto. Estes sensores, para além de deterem a presença de uma carga, também consegue obter informações respetivamente à velocidade da mesma, e à distância a que a carga se encontra.

Estes sensores têm ainda a vantagem de serem muito resistentes a perturbações externas, sendo assim aconselhados para locais onde existe vibração, pó e ruído. Existem muitas configurações diferentes destes sensores, logo deve-se utilizar a que melhor se adequa à situação.

9.2 BALANÇAS

Como referido anteriormente, por vezes torna-se necessário fazer a pesagem das cargas. Esta pesagem pode ter de ser feita por várias razões: desde a necessidade de definir o seu curso, como para fazer o controlo de qualidade.

Existem balanças típicas para fazer a pesagem de paletes, e balanças para fazer a pesagem de cargas pesadas no geral. Estas podem estar inseridas no sistema que vai fazer o transporte das cargas ou podem estar à parte.

As balanças industriais, são utilizadas em várias aplicações diferentes, como por exemplo em situações de transporte e de logística. Estas balanças devem ser calibradas, e esta calibração pode ser feita pelo fabricante ou pela própria empresa que utiliza a balança. Podem ainda ser equipadas com um sistema que permite a transferência dos dados da pesagem para um segundo sistema, sendo esta aplicação muito útil quando o peso das cargas vai definir o percurso das mesmas e quando se está a fazer uma verificação de qualidade. [63]

Existem balanças específicas para a pesagem de paletes. Na Figura 9.1, está um exemplo deste tipo de balanças. O tipo de balanças apresentadas tem vários modelos diferentes, sendo que o alcance da balança varia entre os mil e quinhentos e os cinco mil quilogramas, sendo que a precisão varia entre mais ou menos dois quilogramas e mais ou menos oito quilogramas. [63]

A principal vantagem destas balanças é que são móveis, podendo ser colocadas em qualquer local. A sua forma permite a fácil colocação e retirada das paletes, podendo ser utilizado um empilhador para tal.



Figura 9.1 - Balança portátil para paletes [63]

Além do modelo de balanças apresentado na Figura 9.1, as paletes podem ser pesadas utilizando outras balanças. Na Figura 9.2, está um exemplo de uma balança utilizada para cargas pesadas no geral. Esta balança pode pesar todo o tipo de cargas, desde paletes a bobines ou até mesmo animais. Este modelo de balanças suporta cargas até três mil quilogramas, exigindo uma carga mínima compreendida entre os dez e os vinte quilogramas para garantir um bom funcionamento. [63] Tal como acontecia com o modelo apresentado na figura anterior, este modelo também é móvel.



Figura 9.2 - Balança para cargas pesadas [63]

Uma das vantagens que os dois modelos de balanças que foram apresentados têm em comum é a possibilidade de serem incorporadas num sistema de transporte, sendo assim mais

simples a colocação das cargas sobre as balanças e permitindo também que o peso das cargas possa influenciar o percurso que estas vão percorrer.

Existe também um grupo de balanças que é conhecido como as balanças de inventário. O que distingue estas balanças das restantes, é que estas têm a possibilidade de contagem de cargas através do peso das mesmas, se a carga for constituída por elementos todos iguais. Apesar de estas balanças suportarem cargas até aos cento e cinquenta quilogramas, ainda assim não chega para entrarem no âmbito desta dissertação. Assim sendo, quando se pretende utilizar uma balança para calcular o número de elementos que constituem uma carga, sendo que estão a ser tratadas as cargas pesadas, deve ser utilizado um dos dois modelos apresentados na Figura 9.1 e na Figura 9.2.

Existem ainda as balanças para cargas pesadas de gancho. Estas balanças têm uma capacidade de até dez toneladas. A principal vantagem destas balanças é a sua versatilidade, uma vez que podem pesar todo o tipo de cargas, sendo que para efetuarem a pesagem, estas balanças têm dois requisitos: o primeiro é que as cargas têm de estar envolvidas por uma cinta, de o segundo é que as cargas pesem pelo menos cem quilogramas [63]. Na Figura 9.3, está um exemplo da aplicação deste modelo de balanças a pesagem de uma carga pesada. E na Figura 9.4, está representado um exemplo deste tipo de balanças.



Figura 9.3 - Aplicação prática das balanças de gancho [63]



Figura 9.4 - Balança de gancho [63]

9.3 MECANISMOS QUE PERMITEM A PREPARAÇÃO DAS PALETES PARA O TRANSPORTE

No capítulo 5 foram abordados os mecanismos que permitem o transporte de paletes, e no capítulo 6 foram apresentados modelos de decisão que ajudam o projetista a escolher o mecanismo mais adequado para cada tipo de trajetória. No entanto, em ambos os capítulos a paleta era apresentada já carregada, neste subcapítulo são apresentados os acessórios ao sistema de

transporte que permitem colocar as cargas unitárias sobre as paletes. Na Figura 9.5, está representado um exemplo de uma montagem que representa o caminho das paletes desde que estas saem do dispensador até estarem prontas para o transporte.

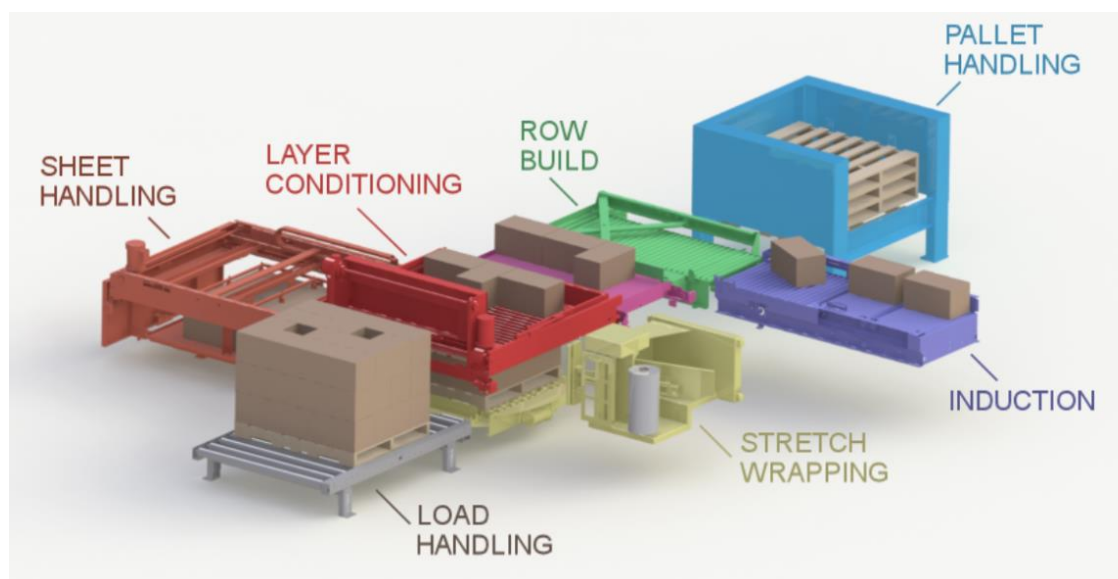


Figura 9.5 - Sistema de preparação de paletes para o transporte [64]

Como é possível ver na figura existem vários módulos que constituem este sistema. O primeiro módulo que está representado na Figura 9.5, como “*Pallet Handling*”, é o dispensador de paletes. Estes dispensadores posicionam as paletes na posição correta e utilizam um elevador para garantir que as paletes fiquem sempre ao mesmo nível, independentemente do número de paletes que estiverem armazenadas. Por norma utilizam garfos para prenderem a paleta que estiver situada mais abaixo, sendo que as restantes paletes ficam apoiadas na primeira. [64]

O mecanismo apontado na figura como “*Induction*”, é um transportador, pode ser um transportador de rolos, ou de correia plana (o tipo de transportador a utilizar vai depender do tipo de carga que está a ser transportada), por norma, este transportador está continuamente em movimento, a uma velocidade lenta. Este mecanismo vai permitir a colocação das cargas ligeiras no sistema, de forma a que depois estas possam ser colocadas sobre as paletes. [64]

O “*Row Build*”, é o mecanismo que vai permitir a construção das várias linhas de uma camada de cargas que vai ser colocada em cima da paleta. Este mecanismo vai garantir que as cargas fiquem alinhadas, garantindo assim a segurança das cargas e do transporte das mesmas. Consoante as dimensões das cargas, podem ser obtidas tipos de linhas diferentes, sendo que por vezes pode ser necessário deixar espaços em vazio para garantir que quando toda as camadas estão sobre a paleta existe um equilíbrio.

“*Layer Conditioning*”, é mecanismo responsável por acondicionar cada camada. Este mecanismo, vai garantir que as cargas se encontram centralizadas, permitindo assim o seu correto posicionamento sobre a paleta. Este mecanismo junta todas as linhas formadas no centro de um quadrado, com a ajuda de quatro barreiras metálicas colocadas nas quatro laterais do quadrado.

Depois de formadas as várias camadas, estas vão ser colocadas sobre a paleta. O mecanismo identificado na figura como “*Sheet Handling*”, é o mecanismo responsável por colocar um pedaço de cartão entre cada camada que vai ser colocada na paleta. Este mecanismo não é fundamental ao transporte das cargas sobre paletes, mas em alguns casos faz sentido a sua colocação, pois permite que as cargas fiquem melhor acomodadas e que existam menos danos das mesmas.

Após todas as camadas serem depositadas sobre a paleta, esta pode ser envolvida em plástico, tal como acontecia no processo anterior, esta ação não é obrigatória, mas trás muitas vantagens, como por exemplo, garantir que as cargas não caem de cima de paleta, aumentando assim a segurança e garantido que a probabilidade de dano da carga é menor. Este mecanismos está marcado na figura como “*Stretch Wrapping*”, o seu modo de funcionamento é simples, a paleta é colocada, já com as cargas, em cima de uma mesa rotativa, que vai rodando, e enquanto a mesa rotativa está a executar o seu movimento, o plástico está a ser enrolado à volta da paleta.

Por último a carga está pronta para ser transportada, sendo que o último módulo deste mecanismo “*Load Handling*”, é o mecanismo que vai permitir iniciar o transporte das paletes. A escolha deste transportador vai depender da mesa rotativa que está a ser utilizada para fazer a plastificação das cargas, e de todos os critérios abordados no capítulo 6.

Os vários módulos apresentados que constituem o sistema que vai permitir colocar as cargas sobre as paletes, podem ser analisados individualmente, isto é, não é necessário utilizar todos os acessórios apresentados para garantir que as cargas ficam colocadas adequadamente sobre as paletes. Cada caso deve ser analisado, e deve ser feita uma seleção, escolhendo apenas aqueles que são essenciais. De notar também, que na Figura 9.5, o esquema apresentado é para a colocação de caixas sobre as paletes, também podem ser colocados outro tipo de cargas, como por exemplo sacos, garrafas ou até mesmo bobines.

Quando se tratam de cargas mais simples a transportar, muitas vezes é apenas utilizado um dispensador de paletes e um paletizador. Estes dois mecanismos podem acoplados num só mecanismo, como é o caso do exemplo apresentado na Figura 9.6.



Figura 9.6 - Dispensador de paletes e paletizador [65]

Mais uma vez, o exemplo apresentado na Figura 9.6, é referente à colocação de caixas sobre as paletes. Na Figura 9.7, está um exemplo de um dispensador de paletes acoplado a um paletizador, que vai empilhar sacos sobre uma paleta. Como é possível observar a partir da figura, este modelo utiliza um braço mecânico para colocar os sacos na posição correta, sendo que os sacos devem ficar empilhados de forma desencontrada para garantir uma maior estabilidade.



Figura 9.7 - Dispensador de paletes e paletizador para sacos [65]

10. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

10.1 CONCLUSÕES

Esta dissertação teve como objetivo a apresentação dos vários mecanismos que permitem o transporte de cargas unitárias pesadas, mais especificamente, o transporte de paletes e de bobinas.

Inicialmente foram apresentadas as cargas pesadas que existem. O objetivo desta apresentação era perceber quais as cargas mais indicadas para formular modelos de decisão relativamente às suas trajetórias. Foram escolhidas as paletes e as bobinas, por serem cargas que têm transportadores específicos e que são muito comuns e utilizadas em diversas indústrias.

De seguida procedeu-se à criação e apresentação de três modelos de trajetória distintos. O objetivo destes três modelos é conseguir colocar cada trajetória dentro de uma categoria, sendo assim mais simples a posterior criação de modelos de decisão, e permitindo assim uma melhor organização da informação. Estes modelos não estão completos, e não contemplam todas as situações possíveis e existentes em ambientes fabris e de logística.

Nesta dissertação foi também criado um capítulo no qual se abordam os dois tipos mais comuns de transportadores, e que constituem também vários outros mecanismos que podem ser utilizados para fazer o transporte de cargas pesadas. A apresentação dos transportadores de rolos e dos transportadores de correntes paralelas, é fundamental para a correta compreensão das decisões que mais tarde vão ser tomadas.

No capítulo seguinte, capítulo 5, são apresentados vários mecanismos que permitem o transporte de paletes, apesar de serem abordados vários grupos de mecanismos diferentes. Não foi possível incluir mais mecanismos, pois a oferta é muito extensa, não sendo possível apresentar todas as opções existentes.

De seguida foram os modelos de decisão que permitem escolher os mecanismos adequados para o transporte de paletes. Na escolha destes mecanismos são tidos em conta diversos fatores diferentes, como a orientação das cargas, a velocidade de deslocamento, o tipo de trajetória, com base nos modelos de trajetória apresentados anteriormente, bem como em diversas situações de interseção, que foram definidas nesta dissertação, de forma, mais uma vez, a simplificar a organização dos modelos de decisão. As soluções apresentadas basearam-se nos mecanismos que tinham sido apresentados no capítulo anterior. Uma vez que o capítulo anterior não estava completo, pelo facto de ser muito difícil incluir todos os mecanismos existentes, os modelos de decisão também não ficam completos. Assim sendo, tomada uma decisão relativamente à forma como se vão transportar as paletes, os modelos criados são uma boa

primeira aproximação, exigindo sempre que exista mais pesquisa por parte do projetista que estiver a consultar esta dissertação.

No capítulo seguinte, começou por se fazer o mesmo trabalho para as bobinas que já tinha sido feito para as paletes, começando por se identificar os mecanismos que permitem fazer o transporte das bobinas. Tal como acontecia com as paletes, não foi possível apresentar todos os mecanismos que permitem fazer o transporte de bobinas, no entanto foram apresentados vários tipos de transportadores e mecanismos, e com base nos que foram apresentados é fácil aceder aos restantes.

Após apresentados os mecanismos que permitem fazer o transporte de bobinas, foram criados modelos de decisão para várias situações diferentes que permitiam escolher qual o transportador ou mecanismo que melhor se adequava a cada situação. No entanto, os modelos de decisão, apresentavam como proposta de solução os mecanismos que foram apresentados no capítulo anterior, pelo que podem estar incompletos, e nos modelos de decisão que permitem escolher qual a melhor opção para fazer o transporte de bobinas, não foram considerados tantos fatores diferenciadores como nas paletes. Assim sendo, devido à vastidão de soluções presentes no mercado, existem mais acessórios do que os que foram abordados nesta dissertação.

Por último foram apresentados os acessórios que se podem acrescentar ao sistema de transporte de forma a completá-los. Neste capítulo foram apresentados mecanismos e sistemas, que apesar de não essenciais podem ajudar na automatização dos sistemas de transporte, apresentando assim inúmeras vantagens para a segurança e eficiências dos transportadores. Mais uma vez devido à grande oferta que existe deste tipo de acessórios torna-se muito difícil colocar todos os que existem numa só dissertação, pelo que este capítulo deve ser utilizado como um extra, permitindo ao projetista que se baseie nas soluções apresentadas, mas que procure também outras soluções.

Concluindo, esta dissertação é um guia que procura ajudar os projetistas a analisar e projetar sistemas de transporte. Para atingir este objetivo são apresentadas diversas opções e modelos de decisão, no entanto, devido à quantidade e variedade de oferta não foi possível apresentar todas as opções existentes.

Também devido à quantidade de variações que estes sistemas de transporte podem ter, bem como aos diferentes requisitos que podem ser exigidos consoante, por exemplo, as cargas que são colocadas sobre as paletes, bem como os tipos de bobinas, não foi possível atender a todas estas variações e opções diferentes. Assim sendo, esta dissertação serve essencialmente como guia, e como apresentação, permitindo assim uma abordagem inicial e simplificada que permite aos projetistas ver algumas das opções existentes, e basear-se nesta opções e critérios definidos para fazer uma escolha mais consciente para o projeto que tem em mãos.

10.2 TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação tem como objetivo ser um guia, ajudando assim os projetistas a analisar e projetar sistemas de transporte de cargas unitárias pesadas. O desenvolvimento deste trabalho centra-se essencialmente em dois grandes grupos de cargas, as paletes e as bobinas. Como trabalho futuro seria interessante desenvolver o mesmo raciocínio, começando pela apresentação de mecanismos e partindo depois para a criação de modelos de decisão para outros tipos de cargas unitárias pesadas. No capítulo 2, são dados exemplos de outros tipos de cargas.

Como trabalho futuro, pode ser interessante a análise de mais e diferentes requisitos no que toca tanto ao transporte de paletes como ao transporte de bobinas, dando também a conhecer os mecanismos que permitiriam responder aos requisitos e os respetivos modelos de decisão.

Para as paletes, pode ser tido em conta o tipo de cargas que estas transportam pois, cargas diferentes podem exigir meios diferentes de trabalho, e as condições desses meios de trabalho podem influenciar a escolha dos mecanismos e transportadores.

Para as bobinas, pode ser tido em conta, as variações de cota, o tipo de material que constitui as bobinas, especificando melhor o tipo de metal e o tipo de papel, estes critérios vão também influenciar o transportador e o respetivo sistema de transporte, pois também têm influência no ambiente da fábrica ou armazém onde as bobinas se encontram.

Relativamente às bobinas e às paletes, podem também, em trabalhos futuros ser analisados diferentes tipos de trajetória, considerando por exemplo processos que são exercidos sobre as cargas.

Resumindo, os trabalhos futuros que podem ser realizados com base nesta dissertação incidem essencialmente na implementação dos requisitos escolhidos a outros tipos de cargas pesadas, ou, no caso de se continuar o estudo sobre o transporte de paletes e de bobinas, pode ser interessante a análise de outros requisitos e condições de transporte, bem como a apresentação de mecanismos diferenciadores.

Referências Bibliográficas

- [1] Compactor Management Company, “Compactor Management Company,” [Online]. Available: <https://www.norcalcompactors.net/benefits-of-using-conveyor-systems-in-different-industries/>. [Acedido em 28 Outubro 2020].
- [2] Agronola, “Agronola,” [Online]. Available: <https://www.agrolona.com.br/filme-stretch/>. [Acedido em Fevereiro 2020].
- [3] I. P. Industria, “ideia pack industria,” [Online]. Available: https://www.ideiapackindustria.pt/epages/960832686.mobile/pt_PT/?ObjectPath=/Shops/960832686/Products/647A/SubProducts/647T.
- [4] DURR, “DURR,” [Online]. Available: <https://www.durr.com/en/products/conveyor-technology/conveyor-technology-for-final-assembly/overhead-conveyors/>.
- [5] J. Moreira de Sá, Lda, “Máquinas Para Madeira JMS,” [Online]. Available: <https://www.maquinasparamadeirajms.pt/>. [Acedido em 21 04 2020].
- [6] EPAL, “European Pallet Association,” [Online]. Available: <https://www.epal-pallets.org/eu-de/>. [Acedido em 24 01 2020].
- [7] E. P. Association, “EPAL,” [Online]. Available: <https://pt.epal-pallets.org/plataformas-de-carga/euro-paleta-epal>.
- [8] C. Nunes de Oliveira, E. de Souza e J. R. Abalde, “Automatização do Sistema de Transporte de Bobinas de Papel,” *Automatização do Sistema de Transporte de Bobinas de Papel*, 2008.
- [9] Automatic Handling, “Automatic Handling,” [Online]. Available: https://www.automatichandling.com/roll_handling.html. [Acedido em 29 Setembro 2020].
- [1] METINVEST, “METINVEST,” [Online]. Available: <https://metinvestholding.com/en/products/steel-coils>. [Acedido em 21 Setembro 2020].
- [1] BMT, “BMT Cargo Handbook,” [Online]. Available: https://www.cargohandbook.com/Steel_sheet_in_coils. [Acedido em 21 Setembro 2020].
- [1] Heng Ze Steel, “Heng Ze Steel,” [Online]. Available: <https://hengze-steel.com/product/hot-rolled-steel-coil/>. [Acedido em 28 Setembrp 2020].
- [1] Renold, “Renold,” [Online]. Available: <https://www.renold.in>. [Acedido em 27 04 2020].
- 3]
- [1] Dinamik, “Dinamik,” [Online]. Available: <https://www.dinamikzincir.com/en/zincir-ve-zincirin-yapisi.html>.
- 4]

- [1] Burgener, “Burgener - swiss technology solutions,” [Online]. Available: <https://www.burgener-ag.ch/en/products/conveying/chain-conveyor>. [Acedido em 27 04 2020].
- [1] Rollex Systems, “Conveying Systems For Intralogistics,” [Online]. Available: <https://www.rollex-group.com/>. [Acedido em 2020].
- [1] Tengtong, “Tengtong,” [Online]. Available: <http://m.vacuum-packing.com/>. [Acedido em 22 07 05 2020].
- [1] P. Patrick M. McGuire, *Conveyors - Application, Selection and Integration*, Dayton, Ohio: Taylor and Francis Group, LLC, 2010.
- [1] Interroll, “interroll,” [Online]. Available: <https://www.interroll.pt/>. [Acedido em Julh09] 2020].
- [2] Conveyor Units, “Video 4,” [Online]. Available: <https://drive.google.com/drive/folders/11pzlwu3zszzhAf74ATmbWmCIMpxLmkKL?usp=sharing>. [Acedido em 2020].
- [2] m. T. Group, “mk Technology Group,” [Online]. Available: <https://www.mk-group.com/en/products/conveyor-technology/conveying-systems/chain-conveyors.html>.
- [2] Dodman Limited, “Dodman Limited,” [Online]. Available: <https://www.dodman.com/designing-your-modular-belt-conveyor/>. [Acedido em 23 Março 2020].
- [2] Sharda Engineers, “Sharda Engineers,” [Online]. Available: <https://www.shardaengineers.com/chain-conveyor-systems.html>. [Acedido em 23 Março 2020].
- [2] Titan Conveyors, “Titan Conveyors,” [Online]. Available: <https://www.titanconveyors.com/products/turndtable#712104-gallery>. [Acedido em 24 Março 2020].
- [2] Handling Concepts, Inc., *How does a hydraulic scissor lift work?*, pp. 5] <https://www.handlingconcepts.com/categories/resources/lift-table/hydraulic-scissor>, 27 Julho 2020.
- [2] Toyota, “Toyota Material Handling,” [Online]. Available: <https://empilhadores.toyota.pt/produtos/empilhadores-eletricos/80-v/toyota-traigo-80-4-rodas-2t-compacto/>. [Acedido em Fevereiro 2020].
- [2] Hidral, [Online]. Available: <https://www.hidral.com/pt/produtos/22/apenas-carga-7eh/19/modelo-ho>. [Acedido em 27 Julho 2020].

- [2] Dambach Lagersysteme, “Dambach Lagersysteme,” [Online]. Available: <https://www.dambach-lagersysteme.de/en/products/conveyor-systems/materials-handling/vertical-conveyors.html>. [Acedido em 28 Julho 2020].
- [2] AGVblog, “AGVblog,” [Online]. Available: <http://www.agvblog.com/915.html>. [Acedido em 29 Julho 2020].
- [3] Consoveyo, “Consoveyo,” [Online]. Available: <https://www.consoveyo.com/en/products/rgvs.html>. [Acedido em 28 Julho 2020].
- [3] Antíopa, “Pre-Engineered,” *Pallet Handling Conveyor Systems*, pp. 16-41, 30 Maio 2019.
- [3] Dambach, “Video 3,” [Online]. Available: <https://drive.google.com/drive/folders/11pzlwu3zszzhAf74ATmbWmCIMpxLmkKL?usp=sharing>. [Acedido em 2020].
- [3] MHI, “MHI,” [Online]. Available: <https://www.mhi.org/fundamentals/automatic-guided-vehicles>. [Acedido em 29 Julho 2020].
- [3] MAX AGV, “MAX AGV,” [Online]. Available: <https://maxagv.com/project-item/fx10-versatile-compact-lifter/>. [Acedido em 29 Julho 2020].
- [3] Rollex Group, “Rollex Group,” [Online]. Available: <https://www.rollex-group.com/en/products/brake-rollers>. [Acedido em 02 Abril 2020].
- [3] ITRA, “ITRA,” [Online]. Available: <http://www.itra.be/en/conveyor-systems/conveyor-belts/string-and-strap-belts.html>. [Acedido em Fevereiro 2020].
- [3] O.M.S Sordella, “O.M.S Sordella,” [Online]. Available: <https://www.omssordella.it/>. [Acedido em 24 Março 2020].
- [3] Invata Intralogistics, “Video 1,” [Online]. Available: <https://drive.google.com/drive/folders/11pzlwu3zszzhAf74ATmbWmCIMpxLmkKL?usp=sharing>. [Acedido em 2020].
- [3] Invata Intralogistics, “Video 2,” [Online]. Available: <https://drive.google.com/drive/folders/11pzlwu3zszzhAf74ATmbWmCIMpxLmkKL?usp=sharing>. [Acedido em 2020].
- [4] Zebe, “Zebe,” [Online]. Available: <https://zebe.pt/pt/como-funciona-um-arrancador-suave>. [Acedido em 27 07 2020].
- [4] Nidec, “An Engineering Guide To Soft Starters,” *An Engineering Guide To Soft Starters*, pp. 5-6, 27 Julho 2020.
- [4] Mecalux, “Mecalux,” [Online]. Available: <https://www.mecalux.com.br/manual-de-armazenagem/paletes/agrupamento-carga>. [Acedido em 15 06 2020].

- [4] HYSTER, “HYSTER,” 30 Abril 2019. [Online]. Available: <https://www.hyster.com/emea/en%E2%80%9090gb/press/press%E2%80%9090releases/hyster-introduces-damage-avoidance-solutions-for-handling-paper-reels/>. [Acedido em 25 Agosto 2020].
- [4] Specialty Machine Company , “Converting Track Systems,” [Online]. Available: <http://www.convertingtracksystems.com/>. [Acedido em 01 07 2020].
- [4] Harmax, “Material Handling Sales Associates,” [Online]. Available: <https://materialhsa.com>. [Acedido em 01 07 2020].
- [4] MoveRoll, “MoveRoll,” [Online]. Available: <https://moveroll.com/roll-handling-equipment/moveroll-horizontal-paper-roll-conveyor/>. [Acedido em 03 07 2020].
- [4] Made in China, “Made in China,” [Online]. Available: <https://www.made-in-china.com/showroom/zhongxiangyu1234/product-detaildqUQnMKxgDVH/China-V-Type-Slat-Conveyor-Chain-for-Paper-Making-Machine.html> . [Acedido em 2020].
- [4] Ropel Packaging, [Online]. Available: <https://www.propelpak.com/paper-rolls-handling-wrapping-system.html>. [Acedido em 21 Agosto 2020].
- [4] C. Conveyor. [Online]. Available: <https://www.cmconveyor.com/mesh-belt-roll-track/>. [Acedido em 01 07 2020].
- [5] C. Conveyor. [Online]. Available: <http://www.cmconveyor.com/flush-floor-roll-kickers-and-roll-catchers/>. [Acedido em 29 Setembro 2020].
- [5] [Online]. Available: <https://www.cmconveyor.com/flush-floor-roll-kickers-and-roll-catchers-2/>. [Acedido em 29 Setembro 2020].
- [5] KAUP, “KAUP,” [Online]. Available: <http://www.kaup.com.cn/en/products/kaup-2-attachments/productfamily/productdetail/rotating-roll-clamps/product/t458-2.html>. [Acedido em 29 Setembro 2020].
- [5] Bushman, “Bushman,” [Online]. Available: <https://www.bushman.com/below-the-hook-lifting-devices/c-hooks/>. [Acedido em 10 Setembro 2020].
- [5] PERF, “PERF,” [Online]. Available: <https://www.chinarailcart.com/products/359.html>. [Acedido em 29 Setembro 2020].
- [5] PERF, “PERF,” [Online]. Available: <https://www.chinarailcart.com/products/Coils-handling-rail-transfer-trailer-powe.html>. [Acedido em 29 Setembro 2020].
- [5] DONGQI GROUP, “DONGQI GROUP,” [Online]. Available: <https://www.eurocranedq.com/single-girder-suspension-crane.html>. [Acedido em 25 Agosto 2020].

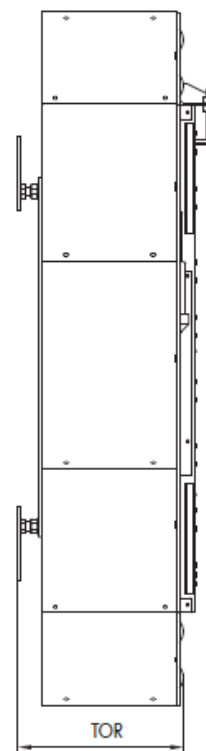
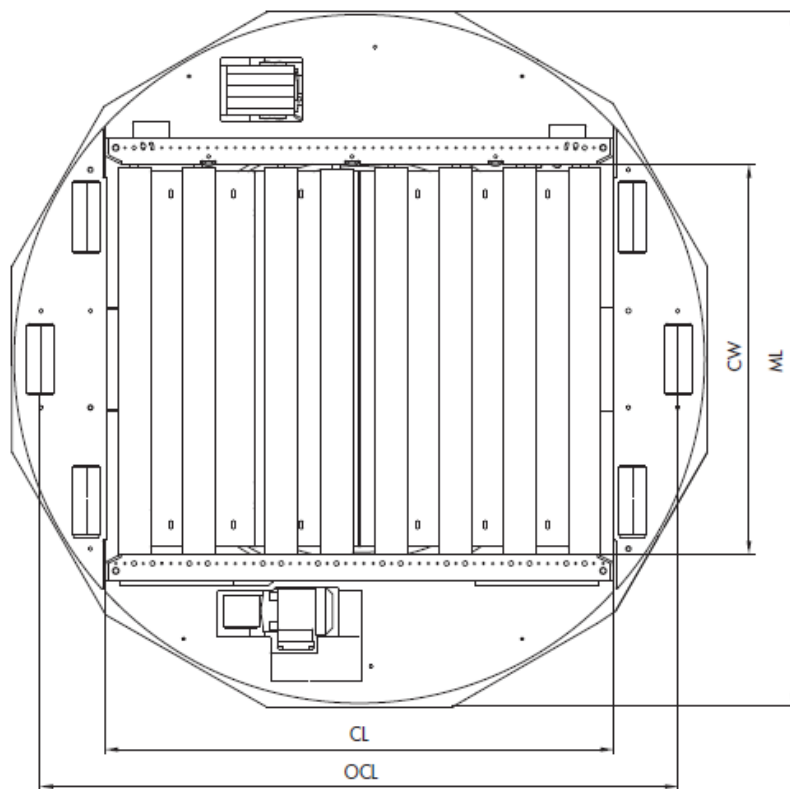
- [5 Mazzella Companies, “Mazzella Companies,” [Online]. Available: 7] <https://www.mazzellacompanies.com/Products-Services/Cranes>. [Acedido em 9 Setembro 2020].
- [5 The Lifting & Rigging Channel, “Vídeo 6,” [Online]. Available: 8] <https://drive.google.com/drive/folders/11pzlwu3zszzhAf74ATmbWmCIMpxLmkKL?usp=sharing>.
- [5 The Lifting & Rigging Channel, “Vídeo 5,” [Online]. Available: 9] <https://drive.google.com/drive/folders/11pzlwu3zszzhAf74ATmbWmCIMpxLmkKL?usp=sharing>. [Acedido em 2020].
- [6 The Lifting & Rigging Channel, “Vídeo 7,” [Online]. Available: 0] <https://drive.google.com/drive/folders/11pzlwu3zszzhAf74ATmbWmCIMpxLmkKL?usp=sharing>. [Acedido em 2020].
- [6 aerolift, “aerolift,” [Online]. Available: <https://www.aerolift.nl/en/lifting-solutions-for-your-11-industry/paper-reel-handling-equipment/>. [Acedido em 14 Setembro 2020].
- [6 LiftAll, “LiftAll,” [Online]. Available: 2] https://www.dgisupply.com/INTERSHOP/static/WFS/DGISupply-US-Site/-/DGISupply-US/en_US/Product%20Literature/pdfs/Lift-All%20Catalog.pdf. [Acedido em 14 Setembro 2020].
- [6 PCE Instruments, “PCE Instruments,” [Online]. Available: https://www.pce-instruments.com/english/weighing-equipment/scales-and-balances/industrial-scales-kat_40138.htm. [Acedido em 19 Outubro 2020].
- [6 TOPTIER, “TOPTIER,” [Online]. Available: <https://www.toptier.com/>. [Acedido em 21 4] Outubro 2020].
- [6 Ptchronos, “Ptchronos,” [Online]. Available: [https://www.ptchronos.com/pt-5\] pt/produtos/palletizing/paletizadora-de-caixa/lopal-baixo-nivel-paletizadora-automatica](https://www.ptchronos.com/pt-5] pt/produtos/palletizing/paletizadora-de-caixa/lopal-baixo-nivel-paletizadora-automatica). [Acedido em 19 Outubro 2020].
- [6 consoveyo, “consoveyo,” [Online]. Available: 6] <https://www.consoveyo.com/en/products/agvs.html>. [Acedido em Fevereiro 2020].
- [6 Central Conveyors Ltd, “Central Conveyors Ltd,” [Online]. Available: <https://www.central-conveyors.co.uk/conveyors/chain-driven-belt-conveyors/>. [Acedido em Fevereiro 2020].
- [6 Conveyor Systems Limited, “Conveyor Systems Limited,” [Online]. Available: 8] <https://www.conveyorsystems ltd.co.uk/>. [Acedido em 8 Abril 2020].

ANEXO A – INTERROLL TURNTABLE

PM9735

Retirado de: <https://www.interroll.com/products-solutions/product/pm-9735-turntable-with-roller-conveyor/> [19]

General technical data	
Max. load capacity	1000 kg/m
Conveyor speed	0.1 to 0.5 m/s
Rotational speed (V)	90° in 4s
Ambient temperature	-28 °C to +45 °C (non-condensing) Note: Deep freeze applications are possible only as an option
Incline/decline	Not suitable
Roller conveyor drive	
Rated voltage	400 V
Power	0.12 to 0.75 kW
Roller chain	5/8" x 3/8"
Turntable drive	
Rated voltage	400 V
Motor type	Gear motor
Power	0.37 kW
Roller chain	5/8" x 3/8"
Rollers	
Roller type	Interroll Series 3950
Roller diameter	89 mm
Sprocket	Z18
Wall thickness of rollers	3 or 5 mm
Material	Steel, zinc-plated
Profile	
Dimensions	200 x 70 x 4 mm
Color	Powder-coated, all RAL colors are possible
Material	Steel



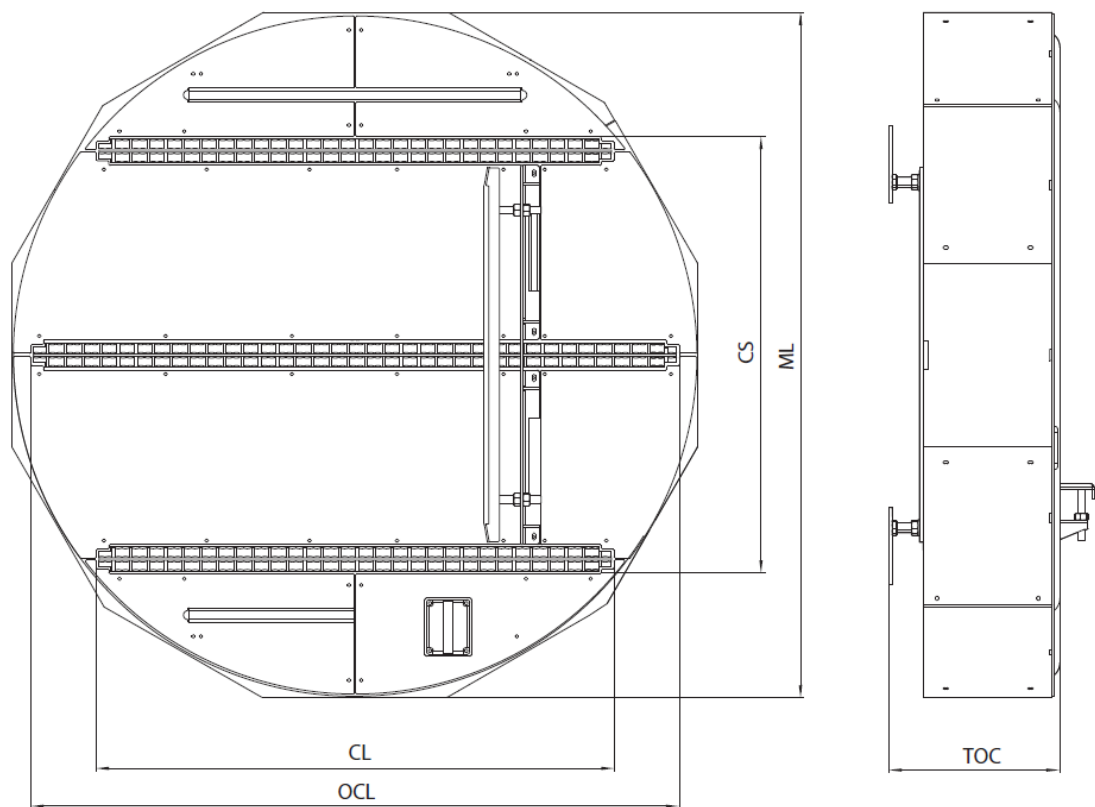
Conveying good width (CGW)	800, 1000 mm
Module conveying width (CW)	1060 mm
Conveying height (TOR)	350 to 1200 mm
Conveyor length	1380 mm
Total conveyor length	1740 mm
Module length (ML)	1890 mm

ANEXO B – INTERROLL TURNTABLE

PM9737

Retirado de: <https://www.interroll.com/products-solutions/product/pm-9737-turntable-with-chain-conveyor/> [19]

General technical data	
Max. load capacity	1500 kg/m
Conveyor speed	0.1 to 0.5 m/s
Rotational speed (V)	90° in 4s
Ambient temperature	-28 °C to +45 °C (non-condensing) Note: Deep freeze applications are possible only as an option
Incline/decline	Not suitable
Chain conveyor drive	
Rated voltage	400 V
Power	0.12 to 0.75 kW
Roller chain	5/8" x 3/8" duplex with straight bracket joints
Turntable drive	
Rated voltage	400 V
Motor type	Gear motor
Power	0.37 kW
Roller chain	5/8" x 3/8"
Profile	
Dimensions	200 x 70 x 4 mm
Color	Powder-coated, all RAL colors are possible
Material	Steel



Conveying good width (CGW)	850, 1000, 1200 mm
Chain pitch (CS)	1075 mm
Conveying height (TOC)	350 to 1200 mm
Conveyor length	1360 mm
Total conveyor length	1740 mm
Module length (ML)	1890 mm

ANEXO C – PEDESTRIAN STACKER TRUCK

Retirado de : <https://toyota-forklifts.co.uk/our-products/stackers/pedestrian/bt-staxio-1t-stacker/>
[26]

Pedestrian stacker

Specifications						SPE120	SPE140	SPE160	SPE200
Identification	1.1	Manufacturer				Toyota	Toyota	Toyota	Toyota
	1.2	Model				SPE120	SPE140	SPE160	SPE200
	1.3	Drive				Electric	Electric	Electric	Electric
	1.4	Operator type				Stand on/pedestrian	Stand on/pedestrian	Stand on/pedestrian	Stand on/pedestrian
	1.5	Load capacity/rated load	Q	kg	1200	1400	1600	2000	
	1.6	Load center	c	mm	600	600	600	600	
	1.8	Load distance, centre of support arm wheel to face of forks	x	mm	683	649	649	638	
	1.9	Wheelbase	y	mm	1355	1355	1355	1355	
Weight	2.1	Service weight incl. battery		kg	1349	1489	1489	1691	
	2.2	Axle load, with load, drive/castor/fork wheel		kg	480/510/1559	820/214/1855	870/172/2047	600/559/2532	
	2.3	Axle load, without load, drive/castor/fork wheel		kg	340/577/432	510/474/505	510/474/505	350/752/589	
Wheels	3.1	Drive/castor/fork wheel			Friction/Vulkollan®/Vulkollan®				
	3.2	Wheel size, front		mm	Ø 230	Ø 230	Ø 230	Ø 230	
	3.3	Wheel size, rear		mm	Ø 85	Ø 85	Ø 85	Ø 85	
	3.4	Additional wheel size		mm	Ø 125	Ø 125	Ø 125	Ø 125	
	3.5	Wheels, number front/rear (x = driven wheels)			1x+2/2 or 4	1x+2/2 or 4	1x+2/2 or 4	1x+2/2 or 4	
	3.6	Track width, front	b ₁₀	mm	585	585	585	585	
	3.7	Track width, rear	b ₁₁	mm	390	390	390	390	
Dimensions	4.2	Height, mast lowered	h ₁	mm	1995	1946	1946	1946	
	4.3	Free lift	h ₂	mm	1556	1478	1478	1378	
	4.4	Lift	h ₃	mm	4060	4060	4060	3960	
		Lift height	h ₂₃	mm	4150	4150	4150	4050	
	4.5	Height, mast extended	h ₄	mm	4657	4668	4668	4668	
	4.8	Stand height	h ₇	mm	190	190	190	190	
	4.9	Height of tiller in drive position, min./max. highest setting	h ₁₄	mm	1201/1413	1201/1413	1201/1413	1201/1413	
		lowest setting	h ₁₄	mm	1101/1313	1101/1313	1101/1313	1101/1313	
	4.15	Height, fork lowered	h ₁₃	mm	90	90	90	90	
	4.19	Overall length							
		platform up	l	mm	2037	2101	2101	2113	
		platform down	l	mm	2489	2563	2563	2574	
	4.20	Length to face of forks							
		platform up	l ₂	mm	887	951	951	963	
		platform down	l ₂	mm	1339	1413	1413	1424	
	4.21	Overall width	b ₁ /b ₂	mm	790/—	790/—	790/—	850/—	
	4.22	Fork dimensions	s/e/l	mm	70/180/1150	70/180/1150	70/180/1150	70/185/1150	
	4.25	Width over forks	b ₅	mm	570	570	570	575	
	4.32	Ground clearance, center of wheelbase	m ₂	mm	27,5	27,5	27,5	27,5	
	4.33	Aisle width for pallets 1000x1200 crossways							
	platform up	A _{st}	mm	2541	2563	2563	2570		
	platform down	A _{st}	mm	2990	3012	3012	3019		
4.34	Aisle width for pallets 800x1200 lengthways								
	platform up	A _{st}	mm	2435	2462	2462	2471		
	platform down	A _{st}	mm	2884	2911	2911	2920		
4.35	Turning radius								
	platform up	W _s	mm	1581	1581	1581	1581		
	platform down	W _s	mm	2030	2030	2030	2030		
Performance data	5.1	Travel speed, with/without load							
		6 km/h version		km/h	6,0/6,0	6,0/6,0	6,0/6,0	6,0/6,0	
		8 km/h version		km/h	7,0/8,0	7,0/8,0	7,0/8,0	—	
		10 km/h version		km/h	—	9,0/10,0	9,0/10,0	—	
	5.2	Lift speed, with/without load		m/s	0,20/0,36	0,17/0,33	0,15/0,31	0,13/0,24	
	5.3	Lowering speed, with/without load		m/s	0,45/0,45	0,45/0,45	0,45/0,45	0,38/0,45	
5.8	Max. gradeability, with/without load ¹⁾		%	8/12	8/12	8/12	8/12		
5.9	Acceleration time (over 10 m)		s	5,2	5,3	5,5	6,6		
5.10	Service brake			Electromagnetic	Electromagnetic	Electromagnetic	Electromagnetic		
Electric motor	6.1	Drive motor rating (S2 60min)							
		6 km/h version		kW	1,8	1,8	1,8	1,8	
		8 km/h version		kW	1,8	1,8	1,8	—	
		10 km/h version		kW	—	2,5	2,5	—	
	6.2	Lift motor rating (S3 15%)		kW	3	3	3	3	
	6.4	Battery voltage, nominal capacity K ₅		V/Ah	24/300	24/300	24/300	24/300	
6.5	Battery weight		kg	195-270	195-270	195-270	195-270		
6.6	Energy consumption acc to VDI cycle		kWh/h	1,04	1,06	1,07	1,06		
Others	8.1	Type of drive control			Variable AC	Variable AC	Variable AC	Variable AC	
	8.4	Sound level at the driver's ear according to EN 12 053		dB (A)	66	66	66	67	

ANEXO D – HAND PALLET TRUCK

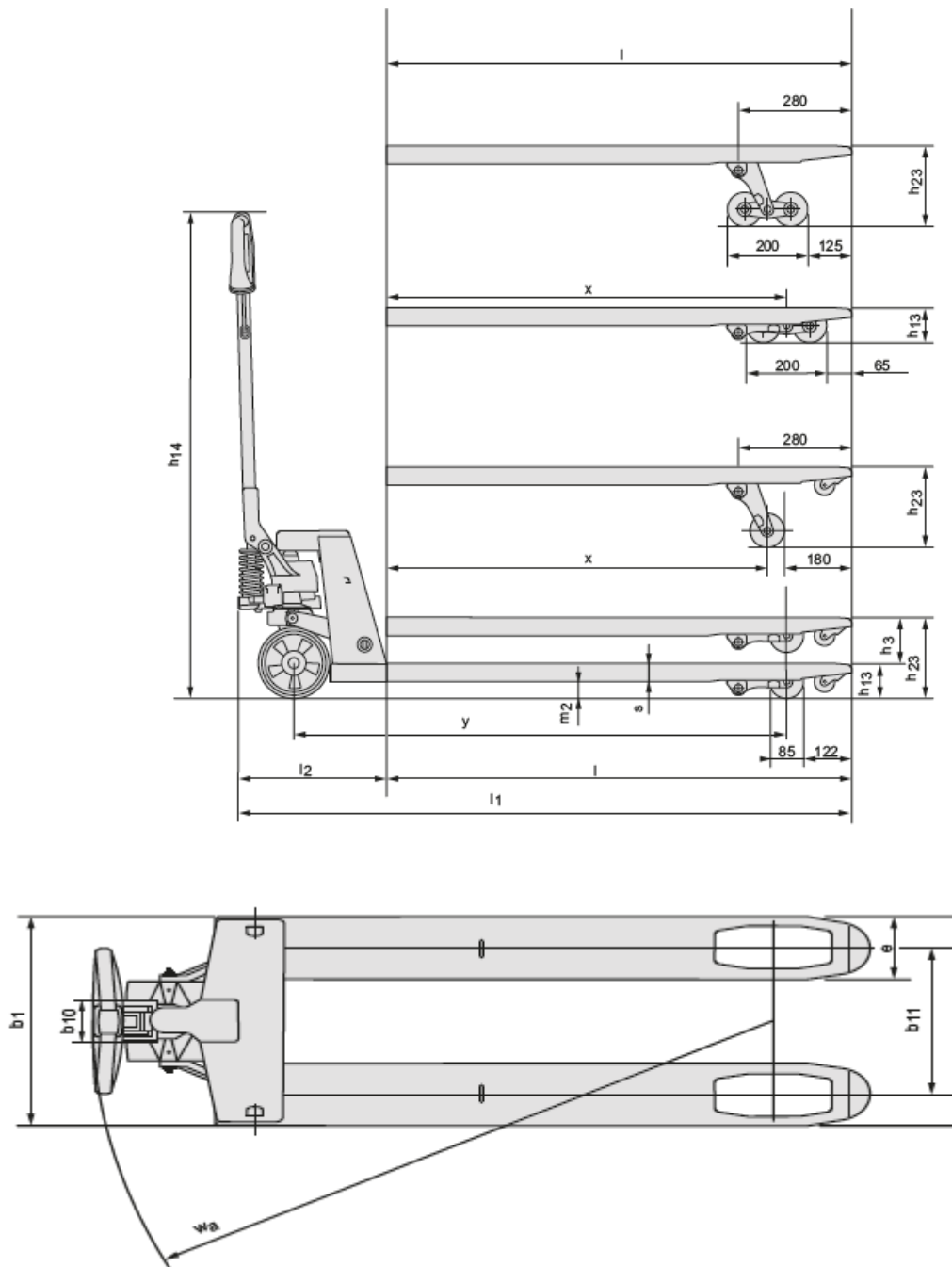
Retirado de : <https://toyota-forklifts.co.uk/our-products/hand-pallet-trucks/specialised-clean-environments/bt-lifter-wet-spec/> [26]

Hand pallet truck

Truck specifications					LHM230	LHM230U
Identification	1.1	Manufacturer			Toyota	Toyota
	1.2	Manufacturer's type designation			LHM230	LHM230U
	1.4	Operator type			Hand	Hand
	1.5	Load capacity/rated load	Q(t)	kg	2300	2300
	1.6	Load centre distance	c	mm	600	600
	1.8	Load distance, centre of drive axle to fork	x	mm	945 ¹⁾	945 ¹⁾
	1.9	Wheelbase	y	mm	1170 ¹⁾	1170 ¹⁾
Weight	2.1	Service weight		kg	63	63
	2.2	Axle load, with load, drive/castor/fork wheel		kg	375/805	375/805
	2.3	Axle load, without load, drive/castor/fork wheel		kg	20/10	20/10
Wheels	3.1	Steer/fork wheels: Powerthane (Po), Steel (S) Nylon (N), Polyurethane (P), Rubber (R), Rubber antistatic (Ra)			Po, S, N, P, R, Ra/ Po, S, N, P	Po, S, N, P, R, Ra/ N, P
	3.2	Wheel size, front			175x60	175x60
	3.3	Wheel size, rear			85x100 / 85x75 ²⁾	75x100 / 75x75 ²⁾
	3.5	Wheels, number front/rear (x=driven wheels)			2/2 or 2/4 ²⁾	2/2 or 2/4 ²⁾
	3.6	Track width, front	b ₁₀	mm	132	132
	3.7	Track width, rear	b ₁₁	mm	364	364

Dimensions	4.4	Lift	h ₃	mm	115	115
		Lift height	h ₂₃	mm	200	190
	4.9	Height of tiller in drive position, min./max.	h ₁₄	mm	1220	1220
	4.15	Height, lowered	h ₁₃	mm	85	75
	4.19	Overall length	l ₁	mm	1500	1500
	4.20	Length to face of forks	l ₂	mm	365	365
	4.21	Overall width	b ₁ /b ₂	mm	520/685 ³⁾	520/685 ³⁾
	4.22	Fork dimensions	s/e/l	mm	45/156/1150 ⁴⁾	45/156/1150 ⁴⁾
	4.25	Width over forks	b ₅	mm	520/685 ³⁾	520/685 ³⁾
	4.32	Ground clearance, centre of wheelbase	m ₂	mm	40	30
	4.33	Aisle width for pallets 1000 x 1200 crossways	A _{st}	mm	1525 ¹⁾	1525 ¹⁾
	4.34	Aisle width for pallets 800 x 1200 lengthways	A _{st}	mm	1725 ¹⁾	1725 ¹⁾
	4.35	Turning radius	W _a	mm	1370 ¹⁾	1370 ¹⁾

Dimensional drawings



ANEXO E - PEDESTRIAN LOWLIFTER TRUCK

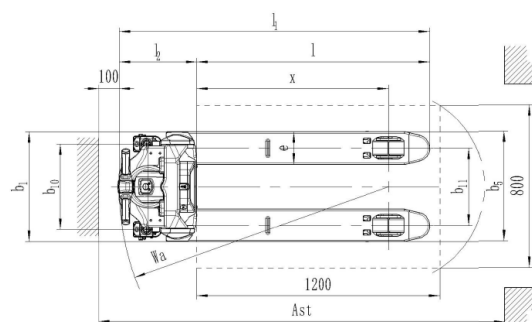
Retirado de: <https://toyota-forklifts.co.uk/our-products/powered-pallet-trucks/pedestrian/bt-tyro-13t-with-lithium-ion/> [26]

Pedestrian lowlifter truck

Truck specifications					LHE130
Identification	1.2	Model			LHE130
	1.3	Drive			Electric
	1.4	Operator type			Pedestrian
	1.5	Load capacity/rated load	Q	kg	1300
	1.6	Load centre	c	mm	600
	1.8	Load distance, center of drive axle to fork (forks raised/lowered)	x	mm	884/947
	1.9	Wheelbase (forks raised/lowered)	y	mm	1134/1185
Weight	2.1	Service weight including battery		kg	137
	2.2	Axle load, with load, drive/castor/fork wheel		kg	410/50/977
	2.3	Axle load, without load, drive/castor/fork wheel		kg	93/14/30
Wheels	3.1	Drive/castor/fork wheel			Polyurethane
	3.2	Wheel size, front	Ø x width	mm	210x70
	3.3	Wheel size, rear	Ø x width	mm	80x70
	3.4	Additional wheels, dimensions	Ø x width	mm	80x30
	3.5	Wheels, number front/rear (x = driven wheels)			1x+2/4
	3.6	Track width, front	b ₁₀	mm	430
	3.7	Track width, rear	b ₁₁	mm	380

Dimensions	4.4	Lift	h ₃	mm	115
		Lift height	h ₂₃	mm	195
	4.9	Height of tiller in drive position, min./max.	h ₁₄	mm	700/1160
	4.15	Height, fork lowered	h ₁₃	mm	80
	4.19	Overall length	l ₁	mm	1530
	4.20	Length to face of forks	l ₂	mm	380
	4.21	Overall width	b ₁	mm	540
	4.22	Fork dimensions	s/e/l	mm	47/160/1150
	4.25	Width over forks	b ₅	mm	540
	4.32	Ground clearance, centre of wheelbase	m ₂	mm	33
	4.34.1	Aisle width for pallets 1000x1200 crossways	A _{st}	mm	2127
	4.34.2	Aisle width for pallets 800x1200 lengthways	A _{st}	mm	2000
	4.35	Turning radius (forks raised)	Wa	mm	1283

Performance	5.1	Travel speed, with/without load		km/h	4,6/4,8
	5.2	Lift speed, with/without load		m/s	0,020/0,025
	5.3	Lowering speed, with/without load		m/s	0,05/0,04
	5.8	Max. gradeability, with/without load		%	6/16
	5.10	Service brake			Electromagnetic
Electric motor	6.1	Drive motor rating S2 60 min		kW	0,65
	6.2	Lift motor rating at S3 10%		kW	0,50
	6.4	Battery voltage/nominal capacity K5		V/Ah	24/36
	6.5	Battery weight		kg	7
	6.6	Energy consumption acc. to VDI cycle		kWh/h	0,215
		Energy consumption acc. to EN16796:2016		kWh/h	0,199
Other	8.1	Type of drive control			DC speed control
	8.4	Sound level at the driver's ear according to EN 12 053		dB (A)	<70

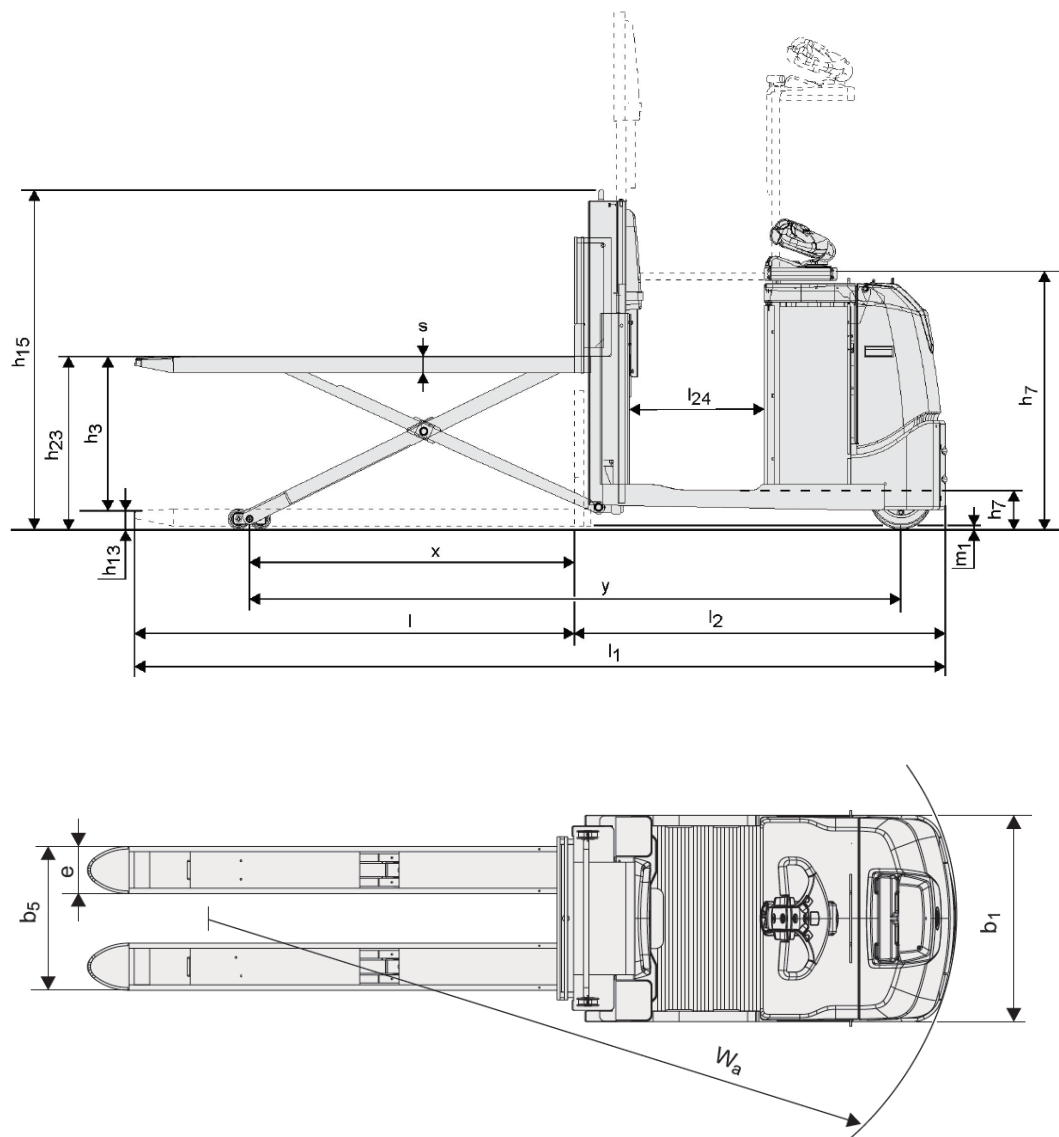


ANEXO F – ORDER PICKING TRUCK

Retirado de: <https://toyota-forklifts.co.uk/our-products/order-pickers/low-level-picking/bt-optio-18t-order-picker-with-scissor-lift-and-elevating-platform/> [26]

Order picking truck

Truck specifications					OSE200X	OSE180XP
Identification	1.1	Manufacturer			Toyota	Toyota
	1.2	Model			OSE200X	OSE180XP
	1.3	Drive			Electric	Electric
	1.4	Operator type			Stand on	Stand on
	1.5	Load capacity/rated load	Q	kg	2000/1800 ³⁾	1800
	1.6	Load centre	c	mm	1200/1400	1200/1400
	1.8	Load distance, back of fork to bogie wheel centre	x	mm	1485	1485
	1.9	Wheelbase, short/long chassis	y	mm	2690/2776	2690/2776
Weight	2.1	Service weight without battery, short/long chassis		kg	1201/1225	1201/1225
	2.2	Axle load, with load, drive/castor/fork wheels		kg	780/836/943	780/836/943
		short chassis		kg	680/673/1144	680/673/1144
		long chassis		kg		
	2.3	Axle load, without load, drive/castor/fork wheels		kg	597/500/339	597/500/339
		short chassis		kg	746/570/293	746/570/293
Wheels	3.1	Drive/castor/fork wheels			Polyurethane	Polyurethane
	3.2	Wheel size, front		mm	Ø 250 x 92	Ø 250 x 92
	3.3	Wheel size, rear		mm	Ø 85 x 74	Ø 85 x 74
	3.4	Additional wheels (dimensions)		mm	Ø 150 x 78	Ø 150 x 78
	3.5	Wheels, number front/rear (x=driven wheels)		mm	1x+ 1/4	1x+ 1/4
Dimensions	4.2.1	Overall height	h ₁₅	mm	1370	2199
	4.4	Lift	h ₃	mm	710	710
		Lift height	h ₂₃	mm	800	800
	4.8	Stand height, min./max.	h ₇	mm	138	138/980
	4.15	Height, fork lowered	h ₁₃	mm	90	90
	4.19	Overall length, short/long chassis	l ₁	mm	3784/3870	3784/3870
	4.20	Length to face of forks, short/long chassis	l ₂	mm	1434/1520	1434/1520
	4.21	Overall width	b ₁	mm	790	790
	4.22	Fork dimensions	s/e/l	mm	70/180/2350, 2850 ³⁾	70/180/2350, 2850
	4.25	Width over forks	b ₅	mm	550-570	550-570
	4.31	Ground clearance	m ₁	mm	23	23
	4.34	Aisle width for pallets 800 x 1200 lengthways	A _w	mm	3819	3819
	4.35	Turning radius, short/long chassis	W _o	mm	2704/2790	2704/2790
	4.44	Clear width driver compartment entrance	l ₂₄	mm	450	450
Performance data	5.1	Travel speed, with/without load ¹⁾		km/h	8,5/12,0	7,0/12,0
	5.2	Lift speed, with/without load		m/s	0,07/0,12	0,07/0,12
	5.3	Lowering speed, with/without load		m/s	0,12/0,12	0,12/0,12
	5.8	Max. gradeability, with/without load ¹⁾		%	5/5	5/5
	5.10	Service brake			Electromagnetic	Electromagnetic
Electric motor	6.1	Drive motor rating S2 60 min		kW	2,8	2,8
	6.2	Lift motor rating S3 7%		kW	2,0	2,0
	6.4	Battery voltage, nominal capacity K ₅		V/Ah	24/620	24/620
	6.5	Battery weight, min./max.		kg	239-501	239-501
	6.6	Energy consumption acc to VDI cycle ²⁾		kWh/h	60	60
Other	8.1	Type of drive control			BT Powerdrive	BT Powerdrive
	8.4	Sound level at the driver's ear according to EN 12 053		dB(A)		



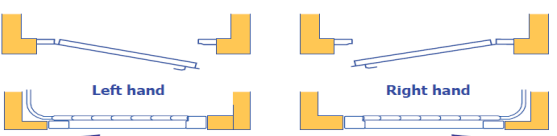
ANEXO G – FORMULÁRIO DE COMPRA DE UM MONTA-CARGAS

Retirado de: <https://www.hidral.com/pt>

 <p>Fax Number: 0034954677633</p>	<p>GOODS LIFTS EH / EHM</p> <p> <input type="checkbox"/> OFFER <input type="checkbox"/> ORDER </p>	<p>Reference <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Date <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Previous Offer, Nr <input style="width: 100%;" type="text"/></p>
Installer information/Delivery data (important: please fill in)		
<p>Client, contact person and telephone</p>	<p>Delivery address</p>	
<p>Client code <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p>Branch code <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	<p>Required delivery date <input style="width: 100%;" type="text"/></p>
General characteristics		

Model	<input type="checkbox"/> HO <input type="checkbox"/> EH-500 <input type="checkbox"/> EH-1500 <input type="checkbox"/> EH/DC-1000 <input type="checkbox"/> EH/DC-3000 <input type="checkbox"/> EH/DC-5000 <input type="checkbox"/> EH/4C						
EH goods only	<input type="checkbox"/> Guiding non protruding from the upper level						
EHM goods and attendant	<input type="checkbox"/> EHM-1500			<input type="checkbox"/> EHM/DC <input type="checkbox"/> EHM/DCL		<input type="checkbox"/> EHM/DC	
Load (kg)	<input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/> 200 <input type="checkbox"/> 300 <input type="checkbox"/> 400 <input type="checkbox"/> 500	<input type="checkbox"/> 200 <input type="checkbox"/> 300 <input type="checkbox"/> 400 <input type="checkbox"/> 500 <input type="checkbox"/> 750	<input type="checkbox"/> 1000 <input type="checkbox"/> 1500 <input type="checkbox"/> 2000	<input type="checkbox"/> 1000 <input type="checkbox"/> 1500	<input type="checkbox"/> 2000 <input type="checkbox"/> 3000	<input type="checkbox"/> 4000 <input type="checkbox"/> 5000	<input type="checkbox"/> 4000 <input type="checkbox"/> 5000 <input type="checkbox"/> 6000 <input type="checkbox"/> 8000 <input type="checkbox"/> 10000
Nr Stops	<input style="width: 100%;" type="text"/>		R_y Travel (mm)		<input style="width: 100%;" type="text"/>		
Speed (m/s)	<input type="checkbox"/> 0,1 <input type="checkbox"/> 0,2 <input type="checkbox"/> 0,3 (only HO)		<input checked="" type="checkbox"/> 0,15		Power supply <input type="checkbox"/> 400V ±5% 3/N ~50 Hz <input type="checkbox"/> 230V 1~ 50 Hz (only HO and EH-500) <input type="checkbox"/> Other <input style="width: 100%;" type="text"/> (specify)		

Characteristics of side protections and platform floor			
EH (goods only)		EHM (goods and attendant)	
Side protections <input type="checkbox"/> Tubular handrail <input type="checkbox"/> Solid surface handrail <input type="checkbox"/> Side walls <input type="checkbox"/> Bumpers ⁽¹⁾ <input type="checkbox"/> Car <input type="checkbox"/> Bumpers ⁽¹⁾ <input type="checkbox"/> Scissor foldable doors <small>⁽¹⁾ Only HO and EH-500; included with the rest of models</small>	Finish <input type="checkbox"/> Painted <input type="checkbox"/> Stainless steel <input type="checkbox"/> Galvanized <input type="checkbox"/> Stainless steel	Height (mm) <input type="checkbox"/> 1100 <input type="checkbox"/> <input style="width: 100%;" type="text"/>	Side protections <input checked="" type="checkbox"/> Car <input type="checkbox"/> Galvanized <input type="checkbox"/> Stainless steel
Floor <input type="checkbox"/> Painted <input type="checkbox"/> Stainless steel		Floor <input type="checkbox"/> Painted <input type="checkbox"/> Stainless steel <input type="checkbox"/> Aluminium	

Door characteristics																				
Supplied <input type="checkbox"/> Swing manual <input type="checkbox"/> 1 leaf <input type="checkbox"/> Painted <input type="checkbox"/> 2 leaves <input type="checkbox"/> stainless steel <input type="checkbox"/> Slat sliding door <input type="checkbox"/> 1 leaf <input type="checkbox"/> Aluminium slats <input type="checkbox"/> 2 leaves <input type="checkbox"/> Steel plate slats <input type="checkbox"/> Automatic door Colour RAL <input style="width: 100%;" type="text"/> <small>(standard gray RAL 7035)</small>	Per access <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> <tr> <td>Clear opening (mm)</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Clear height (mm)</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Hand</td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> <td><input style="width: 100%;" type="text"/></td> </tr> </table>				1	2	3	4	Clear opening (mm)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Clear height (mm)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	Hand	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>
1	2	3	4																	
Clear opening (mm)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																	
Clear height (mm)	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																	
Hand	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>																	
Not supplied Type <input style="width: 100%;" type="text"/> Lock <input style="width: 100%;" type="text"/>																				

Miscellaneous

Options

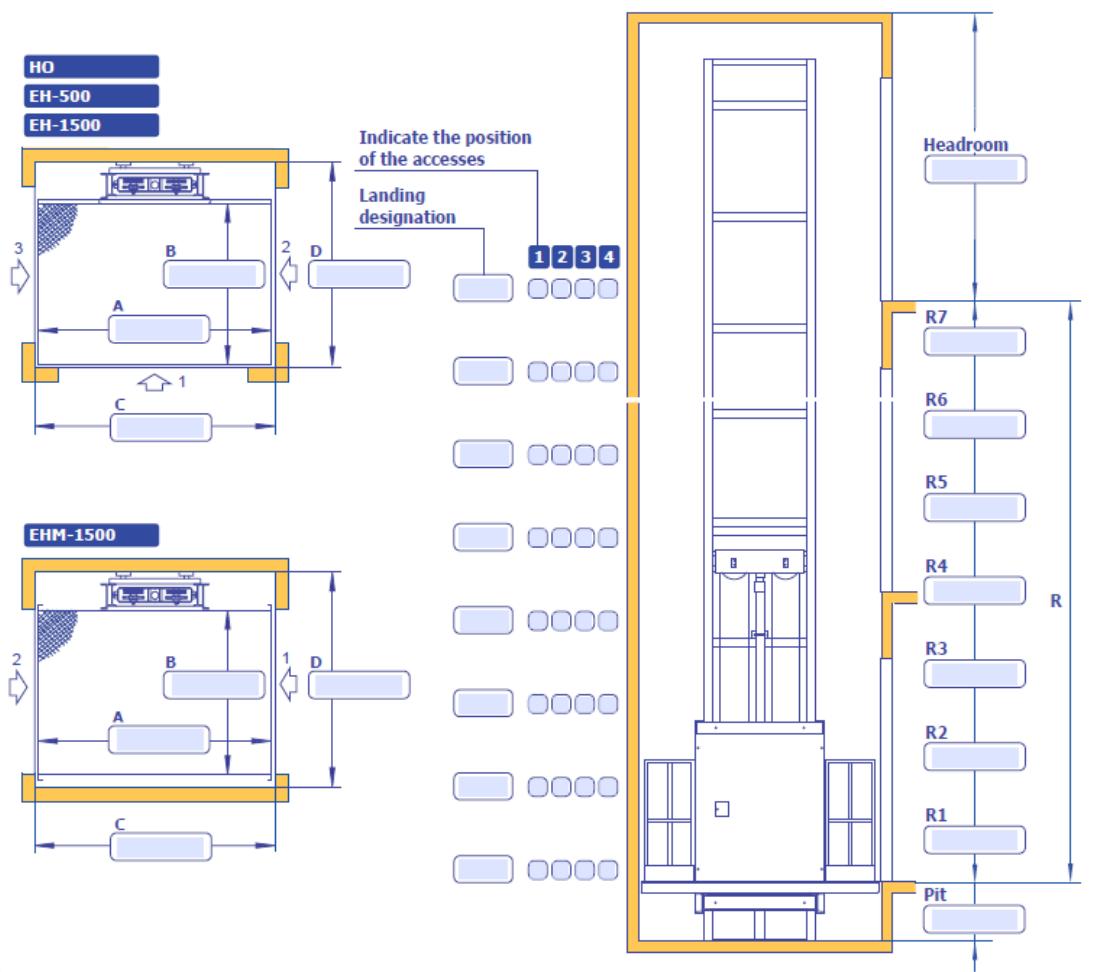
- ☐ Chain suspension (included with HO, EH/DC-5000, EH/4C and EHM models)
- ☐ Galvanized structure
- Flexible piping length (m)
- ☐ Low noise level power unit (only EH-1500, EH/DC-3000, EH/DCL-3000 and EHM models)
- ☐ Load control device (only HO, EH-500; included with the rest of models)
- ☐ Reduced speed re-levelling (included with EH/DC-5000 and EHM models)
- ☐ Anti-creep devices (not available for HO and EH-500; included with EH/4C)
- ☐ Y-Δ starting, main motor
- ☐ Y-Δ starting, auxiliary motor
- ☐ Waterproof electrical installation
- ☐ Shaft lighting
- ☐ Landing button panels flush-mounted on (optional only for EH models; included with EHM models)
 - ☐ wall ☐ door frame
- ☐ Button panels with key switches. Specify landings

Packing options

- ☐ Accessories and oil in wooden box
- ☐ Acc. standard for phytosanitary measures ISPM 15

Remarks

Dimensions



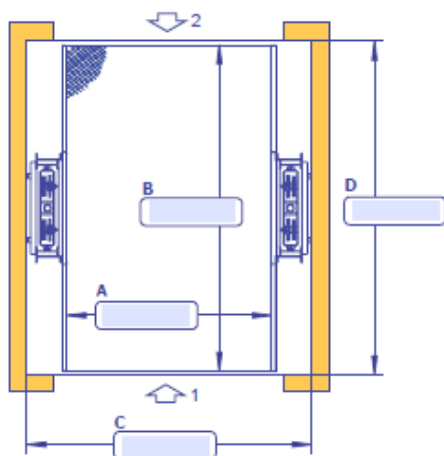
Dimensions

EH/DC-1000

EH/DC-3000

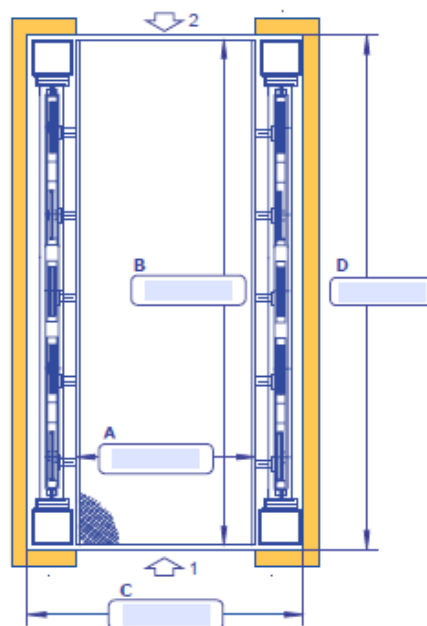
EH/DC-5000

EHM/DC

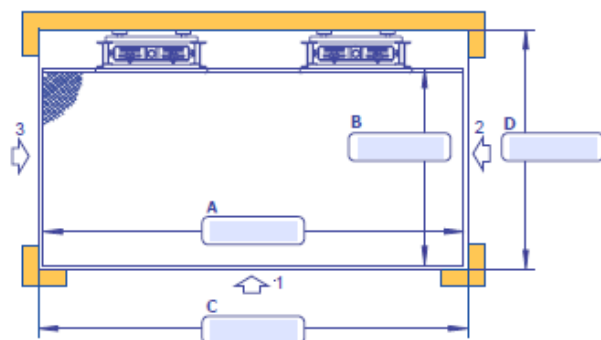


EH/4C

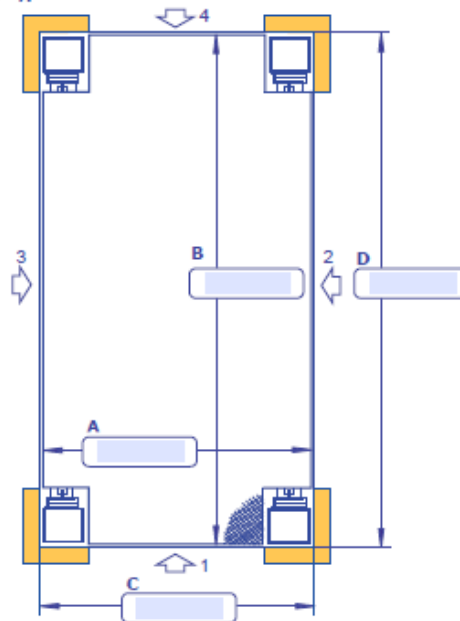
Type 1



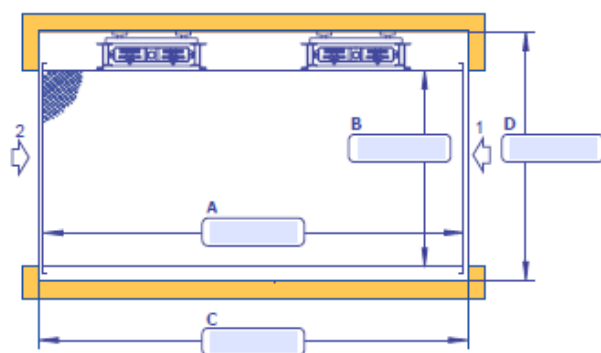
EH/DCL-3000



Type 2




EHM/DCL




ANEXO H – RGV ROLLER CONVEYOR

Retirado de: <https://www.antipoda.eu/products/standard-solutions/pallet-handling/> [31]



**RAIL GUIDED VEHICLE
ROLLER CONVEYOR**

**PALLET HANDLING
CONVEYOR SYSTEMS**



SPECIFICATIONS	
Structure	Steel frame. Standard coating RAL 9006. Other colors upon request.
Height	350 mm up to 600 mm TOR (top-of-roller) with +50 mm adjustment.
Payload	Up to 1,500 kg load.
Roller pitch	150 mm.
Roller transmission	Roller to roller.
Drive – roller conveyor	SEW 0,37kW 400V / 50Hz / 3 phase rated voltage, IP55, CE.
Conveyor speed	12 m/min.
Drive – RGV	SEW 0,25kW 400V / 50Hz / 3 phase rated voltage with brake, IP55, CE.
RGV speed	Up to 30m/min.
Max. acceleration/deceleration	0,25 m/s².
Inclined/Declined	Not suitable. Horizontal application only.
Automation	Automation not included. Inverter and brake resistor required.
Cable carrier	Cable carrier not included.
Ambient temperature	5°C to 50°C.

CONFIGURATOR

Reference number according to the following configuration.

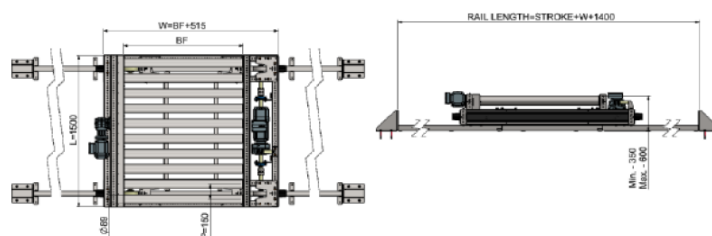
1	TYPE 100.10.10.40.10
2	WIDTH (mm) 930 1130 1330 - BETWEEN FRAMES
3	PITCH (mm) 150
4	CONVEYOR LENGTH (mm) 1500
5	HEIGHT (mm) 350 400 450 500 550 600

1
100.10.10.40.10 .
 2 .
 3 .
 4 .
 5

ORDER EXAMPLE:

100.10.10.40.10.1130.150.1500.350

RGV with roller conveyor 1130 mm between frames, 150 mm roller pitch, 1500 mm conveyor, (TOR) top-of-roller of 350+50 mm height.



DIMENSIONS

BF	BETWEEN FRAMES
L	CONVEYOR LENGTH
W	RGV WIDTH

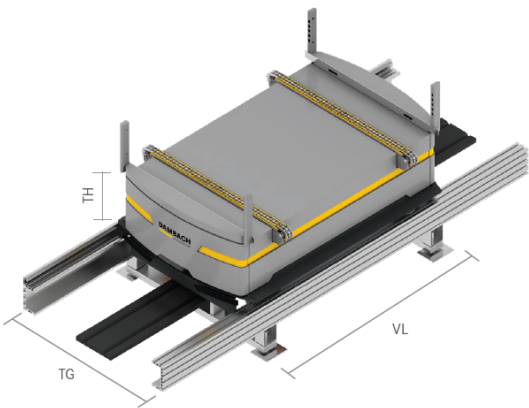
ANEXO I – MONOFLEX RGV

Retirado de: <https://www.dambach-lagersysteme.de/en/products/conveyor-systems/rail-guided-vehicle-rgv.html> [28]

MONOFLEX RAIL GUIDED VEHICLE

The MONOFLEX rail guided vehicle is ideal for achieving material flows with a very high throughput. An inductive energy supply powers the RAIL CARTS running on floor-mounted rails. Two driven wheels and four independent bogie units ensure safe handling of goods at all times.

With their compact design and excellent positioning accuracy, several transport carts can run on the same track at very close intervals, e.g. at transfer stations. The innovative switch design plus the tight curve radii ensure optimum use of the available space.



VL = vehicle length
TG = track gauge
TH = transfer height

Performance Data

Travelling Speed	$v_{\max} = 150 \text{ m/min}$
Acceleration	$a_{\max} = 0,7 \text{ m/s}^2$
Transfer Speed	$v_{\max} = 0,5 \text{ m/s}$
Throughput	up to 600 Carts/h
Cart Capacity	up to 1,500 kg/cart position

Technical Data

Unit Loads	Pallets, Mesh Box Pallets, Trays
Gradient (Up/Down)	up to 3°
Switching Time of Switch	2 sec.

Basic Data

Transfer Height	min. 700 mm
Track Gauge	1,000 mm
Running Rails	2
Vehicle Length	min. 1,550 mm


Options:

- Various Load Handling Devices
- Traverser Unit and end Stops for Special Unit Loads
- Cold Store Version

Costum Solutions on Request:
sales@dambach-lagersysteme.com

ANEXO J – AGV MAX AGV FX10

Retirado de: <https://maxagv.com/project-item/fx10-versatile-compact-lifter/> [34]



FX10

"VERSATILE COMPACT LIFTER"

The FX10 is a popular compact fork over AGV model, for euro pallet and container handling.

Since the design of the FX10 is modular it can be equipped with various mast types, fork lengths and even a roller-bed. The FX10 is perfect for pallet handling in small aisles and marshalling lanes.

UNIT LOAD	Open entry: EUR – Container – Roll Cage
MAXIMUM WEIGHT	1000kg
TRANSFER HEIGHT	85 – 4500mm
BATTERY OPTIONS	Wet Lead Acid – Gel – Lithium Ion
BATTERY CHARGING	Opportunity charging – Fast charge – Exchange
OPTIONAL EQUIPMENT	Barcode scanner – RFID – DeZone – Blue Point

ANEXO K – AGV MAX AGV CX100

Retirado de: <https://maxagv.com/project-item/cx100-maxi-carrier/> [34]



The image shows a yellow and grey AGV (Automated Guided Vehicle) model CX100. It has a large, flat platform for carrying heavy loads, a control unit on the side, and a vertical mast structure at the front. The vehicle is shown from a three-quarter perspective.

CX100

"MAXI CARRIER"

The CX100 is the largest of CX AGV range, designed to tackle large unusual loads.


This AGV can be modified to carry almost any large load to improve assembly processes such as large steel frames, large reels of paper or heavy grinding stones – the CX100 can be adapted to meet your needs.

UNIT LOAD	Designed to order
MAXIMUM WEIGHT	10000kg
TRANSFER HEIGHT	400 – 1500mm
BATTERY OPTIONS	Wet Lead Acid – Gel – Lithium Ion
BATTERY CHARGING	Opportunity charging – Fast charge – Exchange
OPTIONAL EQUIPMENT	Barcode scanner – RFID – DeZone – Blue Point

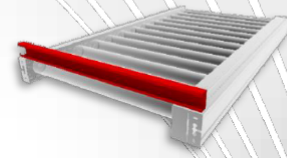
ANEXO L – FIXED STOPPER – ROLLER

CONVEYOR

Retirado de: <https://www.antipoda.eu/> [31]



**PALLET HANDLING
CONVEYOR SYSTEMS**



ROLLER CONVEYOR ACCESSORIES FIXED STOPPER

SPECIFICATIONS	
Structure	"C" shape profile with zinc plated finish.
Payload	Up to 1500 kg (full pallets).

CONFIGURATOR	
Reference number according to the following configuration.	
1	TYPE 100.10.10.10.90.30
2	BETWEEN FRAMES (mm) 930 1130 1330

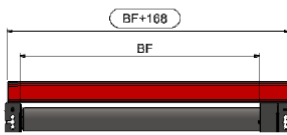
1
2


100.10.10.10.90.30

.

ORDER EXAMPLE:
 100.10.10.10.90.30.1130
 Fixed stopper for a roller conveyor with 1130 mm between frames.

REFERENCE NUMBER	TABLE 10		
	BETWEEN FRAMES		
	930 mm	1130 mm	1330 mm
	100.10.10.10.90.30.930	100.10.10.10.90.30.1130	100.10.10.10.90.30.1330






DETAIL A
SCALE 1:5

DIMENSIONS	
BF	BETWEEN FRAMES

ANEXO M – PNEUMATIC STOPPER – ROLLER CONVEYOR

Retirado de: <https://www.antipoda.eu/> [31]



antipoda
engineered to your needs

PALLET HANDLING
CONVEYOR SYSTEMS



ROLLER CONVEYOR ACCESSORIES PNEUMATIC STOPPER

SPECIFICATIONS	
Structure	Zinc plated steel.
Payload	Up to 35 kg (empty pallets).
Stroke	50 mm. 15 mm under the top of the roller when non-actuated and 35 mm above top of the roller when actuated.
Pneumatic actuation	SMC CP96.
Electro valve	SMC 24VDC 5/2.
Sensors	Two SMC reed sensor switch, 3m fly lead.
Ambient temperature	5°C to 50°C

CONFIGURATOR	
Reference number according to the following configuration.	
1	TYPE 100.10.10.10.90.40
2	BETWEEN FRAMES (mm) 930 1130 1330

1

100.10.10.10.90.40

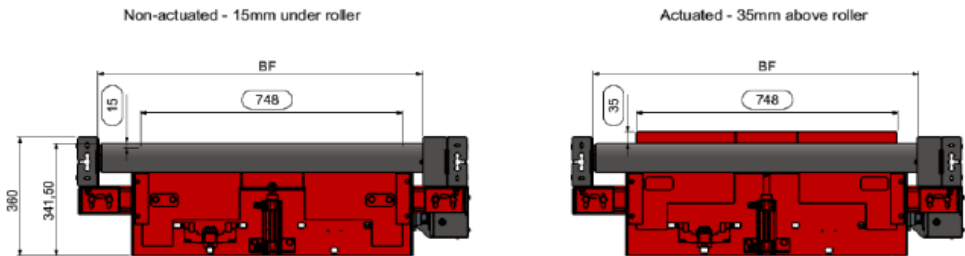
.

2

ORDER EXAMPLE:
100.10.10.10.90.40.1130
Pneumatic stopper for a roller conveyor with 1130 mm between frames.

BETWEEN FRAMES

930 mm	1130 mm	1330 mm
100.10.10.10.90.40.930	100.10.10.10.90.40.1130	100.10.10.10.90.40.1330




DIMENSIONS	
BF	BETWEEN FRAMES

ANEXO N – FIXED STOPPER – CHAIN

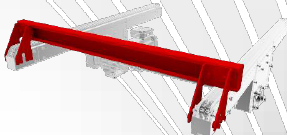
CONVEYOR

Retirado de: <https://www.antipoda.eu/> [31]



antipoda
engineered to your needs

PALLET HANDLING
CONVEYOR SYSTEMS



CHAIN CONVEYOR

ACCESSORIES

FIXED STOPPER

SPECIFICATIONS

Structure	"C" shape profile zinc plated finish.
Payload	Up to 1500 kg (full pallets).

CONFIGURATOR
Reference number according to the following configuration.

1	TYPE 100.10.10.20.90.30
2	BETWEEN STRANDS (mm) 460 525

1

100.10.10.20.90.30

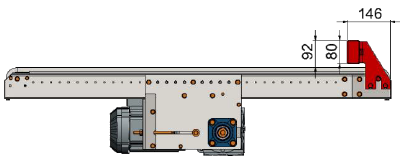
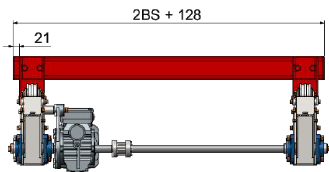
2

ORDER EXAMPLE:
100.10.10.20.90.30.525
Fixed stopper for a chain conveyor with side strand distance from center of 525 mm.

REFERENCE NUMBER TABLE 19

BETWEEN STRANDS

460 mm	525 mm
100.10.10.20.90.30.460	100.10.10.20.90.30.525



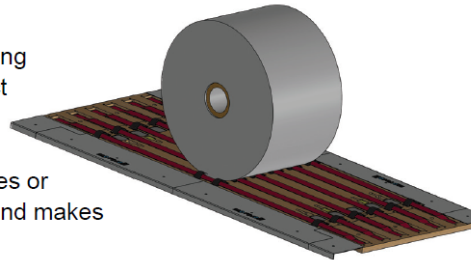
DIMENSIONS	
BS	BETWEEN STRANDS

ANEXO O – MOVEROLL HORIZONTAL CONVEYOR

Retirado de: <https://moveroll.com/roll-handling-equipment/moveroll-horizontal-paper-roll-conveyor/> [46]

MoveRoll® Horizontal Conveyor

MoveRoll Horizontal Conveyor transports rolls without moving parts and allows controlled smooth movements. The product itself is silent and safe, has a short cycle time and high capacity. The conveyor is modular and can be assembled directly onto plain floor without need for supporting structures or foundation. The modular design allows easy modifications and makes the installation and start up process quick and easy.



Conveying method

Rolling is generated by flexible pressure elements which are actuated by compressed air (Patented method)

Module key data

Length: 2900 - 18000 mm
Width: 1380 - 2340 mm
Height: 40 mm
(Other dimensions upon request)

Energy Requirements

Compressed air 3.5 - 10 bar
Control voltage 24VDC (110VAC optional)

Transfer time

2 meter transfer time max 6 sec
4 meter transfer time max 10 sec
8 meter transfer time max 18 sec
12 meter transfer time max 26 sec

Buffering and positioning

One buffering place in each module
Positioning accuracy +/- 200 mm
Optional positioning feature: accuracy +/- 25mm

Safety

Less than 4 bar compressed air
No moving parts
Low voltage (24VDC)

Controls

4 outputs per module
Output: 18-30VDC, max 5W / output
2 inputs per module
Inputs: 18-30VDC, PNP or NPN

Applications

Paper roll horizontal transferring
Ramp uphill / downhill is allowed (10mm/m incline - 30 mm/m decline)
(For ramp applications check MoveRoll Ramp Conveyor)

Roll key data

Width: 450 - 5000 mm
Weight: 300 - 6000 kg
Dia: 500 - 2500 mm
(Other parameters upon request)

Environment

Air humidity 30 - 100%
Temperature +10 - +50

Capacity

360 rolls / hour
Note:
Feeding/receiving devices typically reduce capacity (due longer cycle time than MoveRoll conveyor)

Modularity

Conveyor consists of prefabricated modules
Layout design easy and quick
Modifications are easy even after the installation

Maintenance

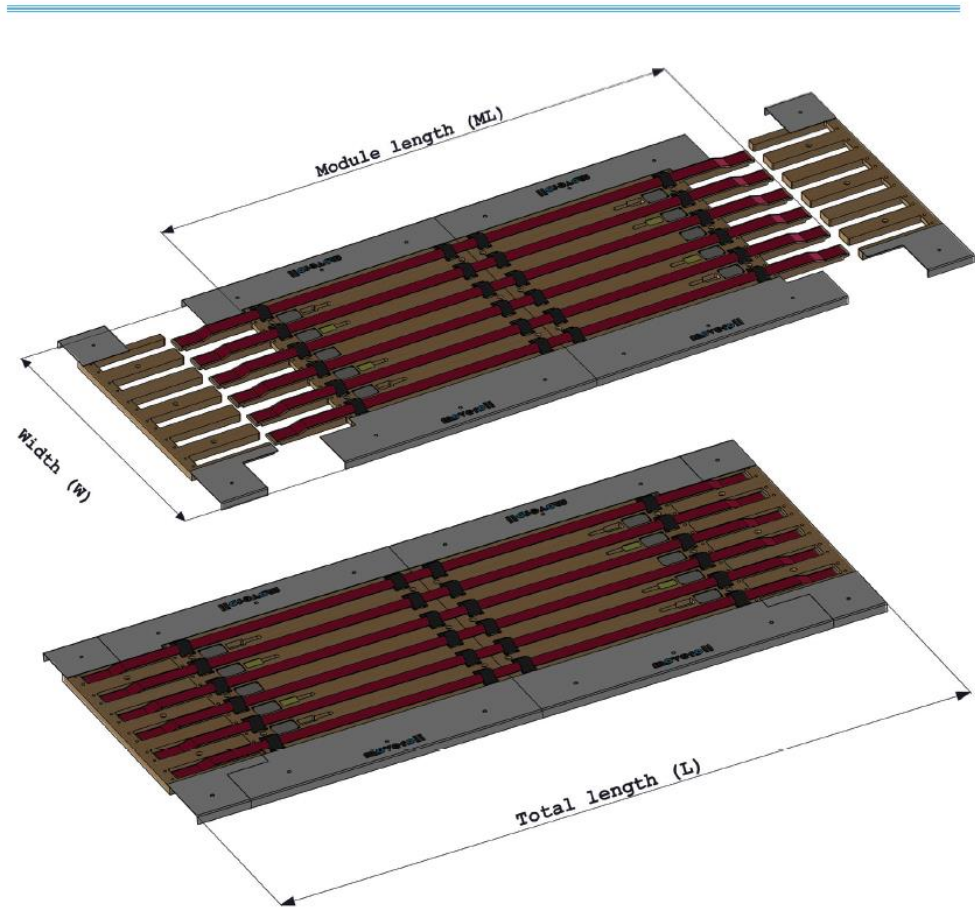
All maintenance can be done with basic hand tools
No special skills needed for the maintenance
All components are easy to maintain and to replace

Compressed Air

Supply pressure 3.5 - 10 bar
Air consumption 135NI per 3m transfer
Air quality: ISO 8573.1 class 3.3.2

Dimensions and key data

Module ID	Total length (L) mm	Module length (ML) mm	Total width (w) mm	Min. Roll weight (kg)	Max. Roll weight (kg)	Min. Roll width (mm)	Max. Roll width (mm)
H6 - 2450	2900	2450	1380	300	3000	450	2000
H6 - 2900	3350	2900	1380	300	3000	450	2000
H6 - 3350	3800	3350	1380	300	3000	450	2000
H8 - 2450	2900	2450	1700	300	4000	450	2300
H8 - 2900	3350	2900	1700	300	4000	450	2300
H8 - 3350	3800	3350	1700	300	4000	450	2300
H10 - 2450	2900	2450	2020	300	5000	450	2600
H10 - 2900	3350	2900	2020	300	5000	450	2600
H10 - 3350	3800	3350	2020	300	5000	450	2600
H12 - 2450	2900	2450	2340	300	6000	450	3000
H12 - 2900	3350	2900	2340	300	6000	450	3000
H12 - 3350	3800	3350	2340	300	6000	450	3000



Sample System

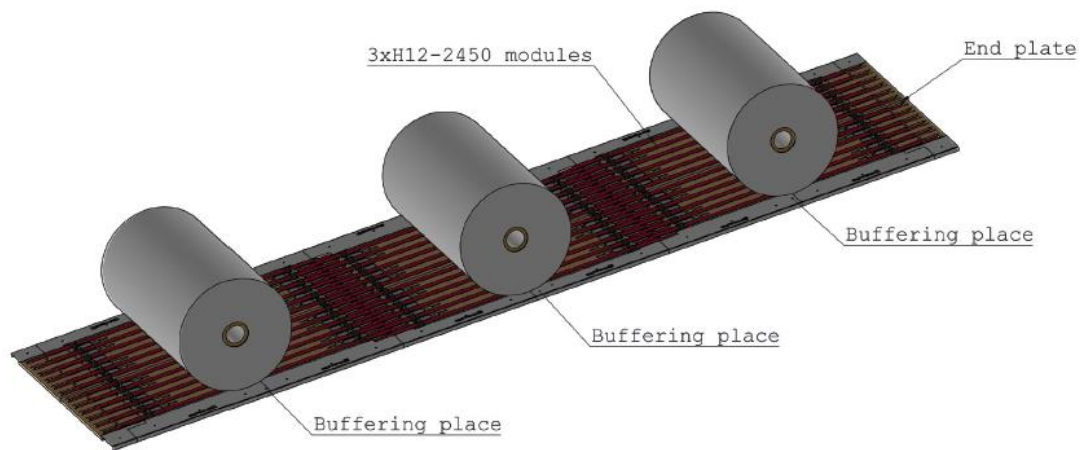
The system below is an example of three MoveRoll modules installed together to create a horizontal conveying system which transports paper rolls in the distance of 7,8 meters.

System Specifications

Assembled: 3 x H12-2450 modules
Total length: 7800 mm
Total width: 2340 mm
Module height: 40 mm
Buffering places: 3

Conveyor's roll capacity

Roll min. weight: 300 kg
Roll max. weight : 6000 kg
Roll min. width: 450 mm
Roll max. width: 3000 mm
Max. roll capacity: 360 rolls / hour
Movement time between three modules : 16 sec



ANEXO P – MOVEROLL KICKER

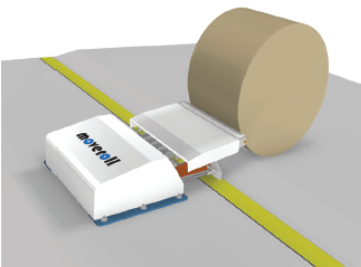
Retirado de: <https://moveroll.com/roll-handling-equipment/moveroll-kicker/> [46]

MoveRoll® Kicker

A compact device with great power

MoveRoll® pneumatic Kicker

MoveRoll® pneumatic Kicker is developed to push the roll horizontally and roll it to the next conveying device. MoveRoll® Kicker can be easily installed as new application or to replace the existing traditional kickers. The unique design with sliding rails makes it possible to have a compact size kicker with a power which can kick rolls up to 4.5 tons. Depending on the application MoveRoll kicker can reduce energy consumption up to 75% compared to the traditional applications



Energy requirements

Control voltage - 24 VDC
Air supply - 4 Bar -

Roll key data

Min dia: 600 mm
Max dia 1600 mm
Max weight 4500 kg

Kicker key data

Width 1560 mm
Height 570 mm
Nom. Length 910 mm
Total Length 1100 mm
Weight: 650 kg

Foundation

Plain floor or metal grid

The kicker can be adjusted according to the applications

Receiving / Kicking method

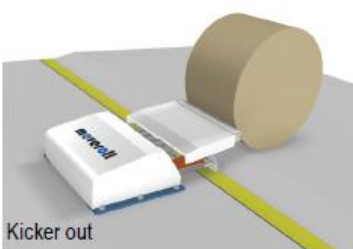
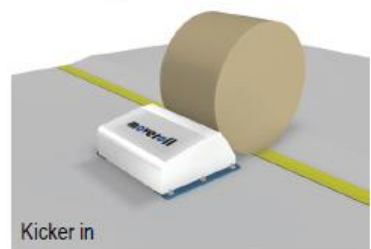
Telescopic Slide Rails kick/ receive the roll automatically (* patented method)

Applications

Paper/Tissue roll kicking
Paper/ Tissue roll receiving

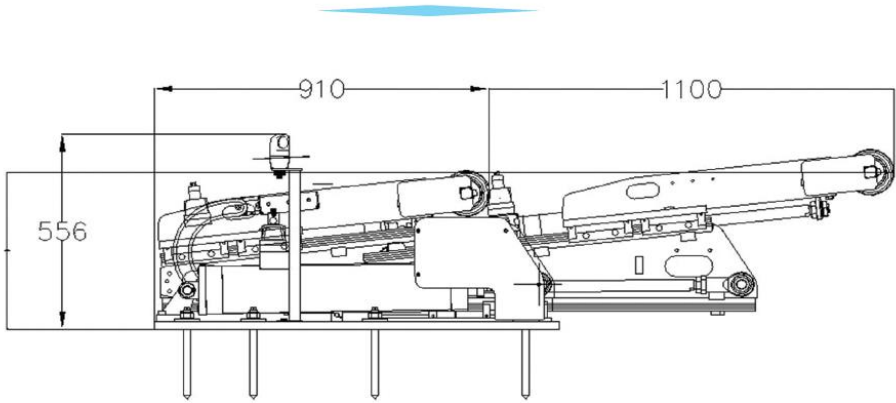
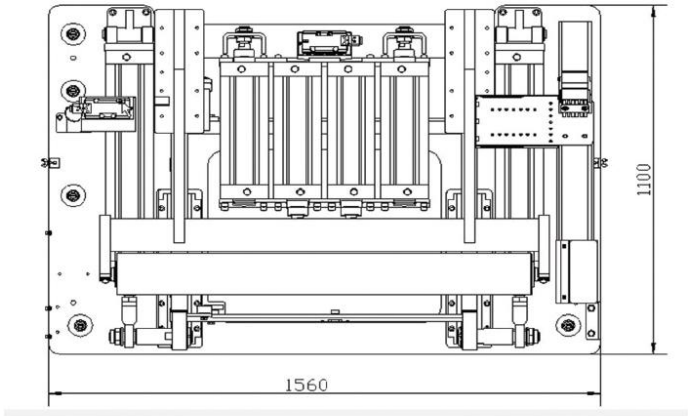
Adjustable for different rolling applications

Kicker positions



Dimensions and key data

Width (mm)	Height (mm)	Nominal Length (mm)	Total Length (mm)	Weight (kg)	Air Supply (minimum)	Power (max roll)	Electrical connection
1560	556	910	1100	650	4 bar	4.5 ton	24 VDC



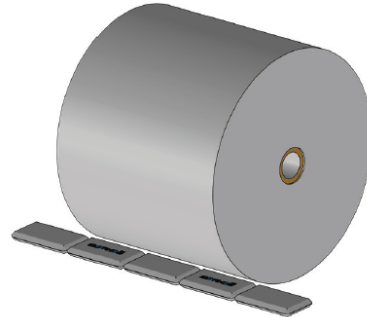
ANEXO Q – MOVEROLL BRAKING PAD

Retirado de: <https://moveroll.com/roll-handling-equipment/moveroll-braking-pad/> [46]

MoveRoll® Braking Pad

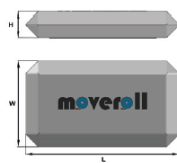
Patented method for increasing safety and reducing roll speed

The MoveRoll Braking Pad is an innovative roll speed reducing solution. It can be used to reduce rolls' speed, to stop them completely or to minimize roll bouncing in order to shorten settling time significantly. Unique design and soft materials ensure gentle contact with the roll and no damages are incurred on the roll. MoveRoll Braking Pad is an easy way to increase occupational and roll safety. It can be used in various roll handling applications.



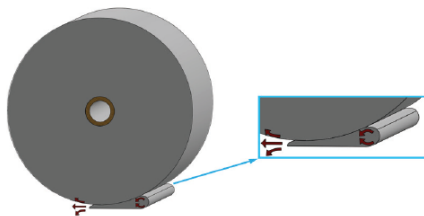
Braking Pad key data

Length: 1500 mm - 6000 mm
Width: 240 mm
Height: 52 mm
Weight: 2 kg/m



Braking method

Braking is controlled by combination of special soft material and air that exhausts out of the Braking Pad as the roll passes over it. The air then partially exhausts from the front edge of the pads and partially compresses against the back side of it. This created trapped pressure is used to brake or stop the roll.



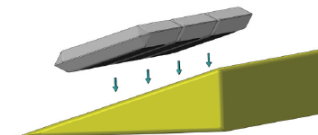
Benefits

- Increased safety on rolling decks
- Good braking power without roll damages
- Easy to install and relocate
- Reduces settling time in transferring slat conveyors

Mounting options

MoveRoll Braking Pad can easily be placed on rolling surfaces or existing applications with or without fixing:

- Free standing on flat surfaces
- Magnetic fixing on metal surfaces
- Adhesive fixing on nonmetallic surfaces



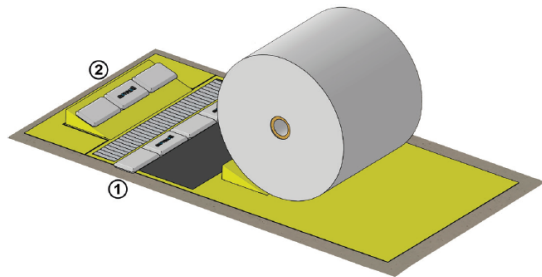
Dimensions and key data for standard Braking Pad

MoveRoll ID	Length (mm / inch)	Width (mm / inch)	Height (mm / inch)	Weight (kg)
MRBP - 1500	1500 / 59.0	240 / 9.5	52 / 2.0	3.0
MRBP - 2250	2250 / 88.5	240 / 9.5	52 / 2.0	4.5
MRBP - 3000	3000 / 118.0	240 / 9.5	52 / 2.0	6.0
MRBP - 3750	3750 / 147.5	240 / 9.5	52 / 2.0	7.5
MRBP - 4500	4500 / 177.0	240 / 9.5	52 / 2.0	9.0
MRBP - 5250	5250 / 206.5	240 / 9.5	52 / 2.0	10.5
MRBP - 6000	6000 / 236.0	240 / 9.5	52 / 2.0	12.0
MRBP - REQ.	<i>MoveRoll Braking Pad can be ordered in any other length on request</i>			

To order Magnetic version please add -M after MRBP ID (example MRBP - 1500-M)

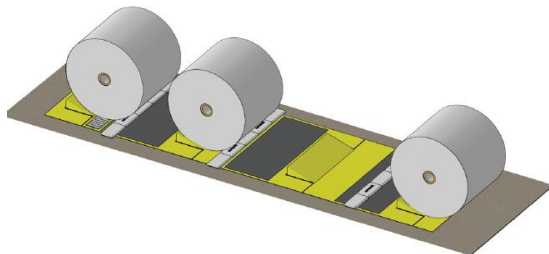
One Braking Pad reduces roll speed up to 0,5 m/s, depending on the roll speed and dimensions
Tested with incoming roll speed ~1,5 m/s and ~1,0 m/s with different roll dimensions

MoveRoll® Braking Pad application samples



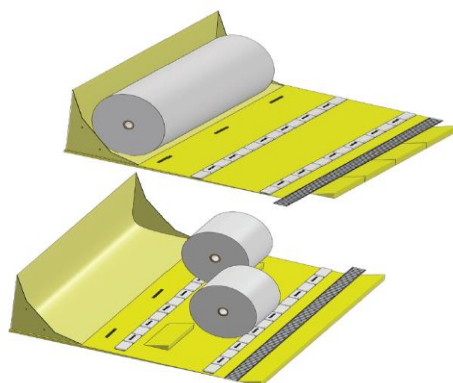
MoveRoll Braking Pad can be used before chain or slat conveyor (1) to reduce incoming roll speed and bouncing. This shortens roll settling time on conveyor and decreases total conveying lead time.

MoveRoll Braking Pad can be used on plate stopper (2) to soften impact and prevent roll damage.



MoveRoll Braking Pad can be used on different sections of ramp applications to reduce roll speed before hitting stoppers and minimizing roll bouncing.

It also softens impact to plate stopper in order to reduce damages to mechanical parts and to roll itself.



MoveRoll Braking Pad can be used in two separate rows in high speed applications, e.g. on winder decks with larger roll sizes where rolling speed is high. The rows decrease roll's kinetic energy and speed significantly.

MoveRoll Braking pad can be used on winder deck applications with separation stoppers before and after separation stations. This reduces bouncing after contact with the stoppers.

Lower roll speeds on winder decks will increase occupational safety of operators working on winder decks or in similar applications.

By using magnetic fixing option on metal surfaces the Braking Pads can easily be relocated to another desired position.

ANEXO R - C- HOOKS

Retirado de: <https://www.bushman.com/below-the-hook-lifting-devices/c-hooks/> [53]

Custom Designed Material Handling Solutions



BELOW-THE-HOOK EQUIPMENT

C-HOOKS

Bushman C-hooks provide a simple, economical choice for coil handling. They are engineered with design flexibility to meet the specific requirements of the customer's operating environment. Design calculations and factory repairs are available.

Features of the Bushman C-hook line include:

- Unitized construction so that only the bail, counterweight and coil support saddle are welded to the main, one-piece burnout.
- The tapered lower carrying arm facilitates entry into the coil ID.
- The beveled top edge of the carrying arm is standard on Hooks under 20,000 pound capacity.
- Coil support saddles are standard on hooks with 20,000 pounds or greater capacity.

Available options include:

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| • High temperature service | • Mill duty service |
| • Storage stands | • Protective pads |
| • Bail pins | • Motorized rotation |
| • Digital weighing systems | |



All Bushman C-hooks are designed and manufactured in accordance with the latest revisions of ASME Specifications B30.20 and BTH-1, Design of Below-the-Hook Lifting Devices.

COUNTER BALANCED C-HOOKS

This Model 624 C-hook has a lower member length that equals the maximum coil width. The full length support feature of this C-hook increases the amount of surface area in contact with the coil, minimizing the potential for damage to the inner wraps of lighter gauge coil stock. The tapered carrying arms facilitate entry into the coil ID. Model 624 C-hooks are counter balanced to hang level when loaded or unloaded. They are fabricated from high strength steel plate to minimize size and weight, making them an economical choice for coil handling. Available features include:

- Variety of lifting bails.
- Coil edge protection.
- Power rotation.
- Digital weigh system.
- Low headroom designs.
- Storage/maintenance stands are recommended.



MODEL 624-SL CLOSE STACKING



These C-hooks are designed for close stacking. The distance from pick-up point (center of gravity) to the end of the hook is shortened. The shorter lifting arm permits handling all coil widths within operating range (widest to narrowest) without the lifting arm extending beyond the outer edge of the coil.

The reduced overall width of this style of C-hook decreases aisle space requirements and increases storage capacity.

MOTORIZED ROTATING C-HOOKS

Bushman's Motorized Rotating C-hook comes equipped with a motorized rotator capable of continuous 360° rotation. This feature provides additional capability for safe and proper positioning of coils.



Motorized rotating C-hook sitting in its stand

MODEL 624 MILL DUTY RATED C-HOOKS



Mill duty C-hooks are built with larger sections and corner radii to keep stresses to a minimum, thereby providing maximum service life.

Our mill-duty C-hooks are designed for continuous, severe mill service. The design standard is ASME BTH-1, Category B, Service Class 4. This type of service requires a crane capable of handling loads approaching rated capacity throughout its life with 20 or more lifts per hour.

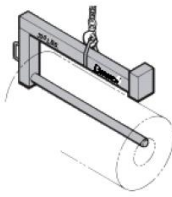
HIGH TEMPERATURE RATED C-HOOKS

This C-hook can handle high temperature coils in continuous-duty, hot mill applications. The C-hook has extra-large steel sections and corner radii. Bolt-on wear pads are standard.



MODEL 600 PAPER ROLL C-HOOKS

The paper roll C-hook lifts the paper roll by inserting the lower member through the roll core.



C-HOOKS WITH LOAD WEIGHING



Bushman C-hooks can also be equipped with integral load weighing systems. The accuracy of the load cells is from plus or minus 0.2% to 0.5% of full load. The calibration settings are saved in memory even during loss of power. All Bushman C-hooks are designed and manufactured in accordance with ASME Spec. B30.20 and BTH-1: Design of Below-the-Hook Lifting Devices.

C-HOOKS FOR HANDLING



The Model 610 C-hook is similar in construction to the Model 624. The lifting bail is burned from the same piece of plate as the hook, making it an integral part of the C-hook.

EDGE PROTECTION & STORAGE



C-hook with spray-on Urethane wear pads

SPRING BALANCED C-HOOKS



Spring balanced C-hooks are particularly useful for handling large coils. By eliminating the need for a counter weight, they minimize the weight of the hook. Coil edge protection is available.



Since C-hooks are large and heavy, they can cause personal injury or property damage if they fall over. Each C-hook should be stored in an upright position on a stand specifically designed for its size, shape and weight.

SPECIALTY C-HOOKS

Nickel clad C-hook



This C-hook was designed for submerging wire or rod coils in an acid pickling line. It is clad in 100% nickel to protect the steel used in the fabrication of the units.

Stainless Steel C-hook



Coil tripper C-hook Slit Mult Lifter



The C-hook above was engineered to move small palletized slit coils (mults) from eye-horizontal to eye-vertical position. It is made of high strength steel with inside corners polished and NDT inspected and is available in capacities from 500 to 10,000 pounds.



Faster and safer than a conventional C-hook, this specially designed lifter facilitates fast and safe placement of a slit coil onto an un-coiler mandrel. It adjusts automatically to varying coil diameters. The full length handle makes it easier to maneuver the lifter.

C-hook/Pallet lifter



This combination C-hook and pallet lifter is a versatile unit that can handle both coils and palletized materials. It can be designed with either motorized or manual fork adjustment.

Three-legged C-hook



Designed for lifting three hot forgings at once